ANATOMÍA

Y FISIOLOGÍA HUMANAS

LUMBRERAS
Editores

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

Libro: Anatomía y Fisiología Humanas

Páginas anexadas: 696
Páginas en bruto: 678
Peso bruto: 610 megas
Réplica: Si
Calificación: 9/10
Autor: Editorial Lumbreras
ISBN: 978-603-4001-98-5
Tiempo SCAN: **4 horas 20 minutos**
Edición SCAN: **1 horas 11 minutos**
Tiempo Total SCAN: **5 horas 31 minutos**

Instituto de Ciencias y Humanidades

twitter.com/calapenshko

ANATOMÍA

Y FISIOLOGÍA HUMANAS

Lumbreras
Editores

Anatomía y Fisiología Humanas

Autor	:	Instituto de Ciencias y Humanidades
Editor	:	Asociación Fondo de Investigadores y Editores
Diseño gráfico	:	Área de cómputo y publicaciones de la Asociación Fondo de Investigadores y Editores

© Asociación Fondo de Investigadores y Editores

Av. Alfonso Ugarte N.° 1426 - Breña. Lima-Perú. Telefax: 3323786
Para su sello editorial **Lumbreras Editores**
Página web: www.elumbreras.com.pe
Primera edición: julio de 2002
Segunda edición: enero de 2008
Primera reimpresión: julio de 2008
Segunda reimpresión: noviembre de 2008
Tercera reimpresión: enero de 2010
Cuarta reimpresión: febrero de 2011
Quinta reimpresión: junio de 2012
Tiraje: 2000 ejemplares
ISBN: 978-603-4001-98-5
Registro del proyecto editorial N.° 31501051100862
"Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú"
N.° 2012-06587

Prohibida su reproducción total o parcial
Derechos reservados D. Leg. N.° 822

Esta obra se terminó de imprimir en los talleres gráficos de la Asociación Fondo de Investigadores y Editores en el mes de junio de 2012.
Calle de las Herramientas N.° 1873 – Lima-Perú. Teléfono: 336-5889

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

PRESENTACIÓN

El hombre, en su afán por emanciparse de las fuerzas dominantes de la naturaleza y la sociedad, ha desarrollado a lo largo de los siglos un arduo trabajo, además de una intensa práctica social, creando diferentes herramientas, desde las más rudimentarias y concretas hasta las más complejas y abstractas. Una de las herramientas más valiosas es el conjunto de conocimientos sistematizados, a partir de las experiencias cotidianas, en disciplinas científicas. Entre ellas destaca la Anatomía, como ciencia y base de la Medicina, que estudia la forma y estructura del organismo humano.

El Instituto de Ciencias y Humanidades tiene la satisfacción de presentar el libro ***Anatomía y Fisiología humanas***, trabajo que forma parte de la Colección de Ciencias y Humanidades que impulsamos dentro del Proyecto Editorial, con la finalidad de extender nuestros servicios educativos a los sectores más amplios de la sociedad sobre la base de una rica experiencia adquirida en más de cuarenta años de labor académica y cultural.

Nuestra institución se ha abocado, durante generaciones, a formar estudiantes con criterio realista y capacidad analítica, impartiendo conocimientos objetivos, además de rigor científico. Hoy llegamos a los lugares más alejados de nuestro territorio, atendiendo la necesidad, así como el requerimiento de material bibliográfico de calidad por parte de miles de estudiantes y profesores en todo el país. Con el objetivo de servir cada vez mejor a los estudiantes, asimismo aportar a la cultura y desarrollo social, sacamos a luz este importante trabajo que es fruto del esfuerzo mancomunado de los integrantes de la Plana de Anatomía.

Anatomía y Fisiología humanas sintetiza el aporte de generaciones de profesores y estudiantes que pasaron por nuestras aulas, cuyo ejemplo y enseñanza se plasman en las páginas del presente libro. Esta obra constituye un reconocimiento a todos aquellos que dieron lo mejor de sí para el logro de una sociedad más solidaria.

Mediante el presente libro de Anatomía buscamos otorgar un lineamiento metodológico a la altura de las escuelas del mañana, ya que los grandes cambios que se dan afectan la visión científica, enseñanza y aprendizaje de la Anatomía. Muchos años de experiencia en la docencia nos convencen de lo acertado de este planteamiento y, a la vez, de que es un medio para estimular nuevos enfoques en nuestros lectores, pues así lo exigen los tiempos en que vivimos.

De otro lado, expresamos el reconocimiento al trabajo de los integrantes de la Plana de Anatomía, quienes en forma colectiva han hecho posible la presente publicación.

Estamos convencidos de que la Colección de Ciencias y Humanidades que publicamos permitirá aportar aún más a la cultura y al desarrollo de nuestro país.

Instituto de Ciencias y Humanidades

INTRODUCCIÓN

La Anatomía como ciencia comienza a desarrollarse entre los griegos antiguos. Hipócrates fue un médico eminente de la Grecia antigua y por sus aportes es considerado el Padre de la Medicina; asimismo, Claudio Galeno destaca por sus investigaciones a través de la observación del enfermo y la disección de cadáveres. La concepción de Galeno sobre la circulación de la sangre fue sostenida hasta el siglo XVII cuando Harvey hizo descubrimientos posteriores que completaron este estudio. La Anatomía y la Fisiología en la actualidad tienen mucha importancia porque tienen aplicación práctica en nuestra vida diaria, ya que si existe un desequilibrio entre lo morfológico y lo funcional, esto trae como consecuencia la aparición de alguna enfermedad.

El Instituto de Ciencias y Humanidades hace posible la publicación del libro ***Anatomía y Fisiología humanas*** al poner en marcha el proyecto editorial, con el propósito de difundir textos de alto nivel académico. Esta obra sale a la luz gracias a la conjunción de esfuerzos y aportes de la Plana de Anatomía además de las investigaciones que hemos realizado sobre la materia. Estos dos aspectos, aunados a la experiencia de muchos años en el dictado del curso, han hecho posible que logremos sistematizar un texto teórico-práctico con la calidad de enseñanza que impartimos en nuestras aulas.

El texto ha sido concebido para estudiantes tanto de nivel secundario como preuniversitario e inclusive resultará beneficioso para estudiantes universitarios de ciclos básicos. Para ello, el texto posee información actualizada y precisa sobre el organismo humano y ha sido redactado con un estilo didáctico, claro y legible.

En cuanto al contenido, el primer capítulo esboza una breve reseña histórica de la Anatomía y el segundo aborda la importancia de la homeostasis en nuestro organismo. Aunque los siguientes capítulos se enfocan en los sistemas de órganos para describir la estructura y el funcionamiento del organismo, se debe tener en mente que este funciona como un todo y no como partes o sistemas individuales. Para ayudar a reforzar el aprendizaje, cada capítulo culmina con preguntas desarrolladas y propuestas que fomentarán en el lector el deseo de investigar.

Finalmente, agradecemos a los estudiantes y a toda la comunidad educativa, porque mediante sus preguntas y sugerencias nos estimulan a continuar trabajando por la educación integral de nuestro país.

Plana de Anatomía

ACADEMIA ADUNI

twitter.com/calapenshko

ÍNDICE

CAPÍTULO I — Historia de la Anatomía

- ¿Para qué estudiar la historia de la Anatomía? 18
- La Anatomía en la comunidad primitiva (pre-historia) 18
- La Anatomía en las sociedades antiguas 19
- Anatomía griega 22
- Medicina bizantina 25
- Medicina Árabe 26
- Medicina de la Europa feudal 27
- Mecanismo vitalismo y empirismo 28
- La medicina del siglo XIX 31
- La medicina actual 32

CAPÍTULO II — Introducción a la Anatomía y Fisiología

- Definición de la Anatomía 38
- Relación con otras disciplinas 38
- División de la Anatomía 39
- Niveles de organización estructural 41
- Terminología anatómica descriptiva 43
- Homeostasis u homeostasia 47
- Lectura 53

CAPÍTULO III — Histología

- ¿Qué es un tejido? 60
- Componentes de un tejido 60
- Clasificación de los tejidos 60

Tejido epitelial (epitelio)

- Funciones 61
- Características 61
- Clasificación 62

Tejido conectivo (conjuntivo)

- Funciones generales 71
- Características generales 71
- Componentes 71
- Clasificación 75

Tejido muscular

- Funciones 85
- Propiedades 85
- Clasificación 86

Tejido nervioso

- La neurona 94
- Fibra nerviosa 97
- Fisiología neuronal 97
- La sinapsis 99
- Los neurotransmisores 100
- Las neuroglias (glías) 101
- Lectura 102

CAPÍTULO IV Sistema osteo - muscular

Sistema óseo

- El esqueleto humano 110
- División del esqueleto 112
- La cabeza ósea 113
- La columna vertebral 122
- El tórax 126
- Los huesos del miembro superior 128
- Los huesos del miembro inferior 133
- La articulación 137

Sistema muscular esquelético

- Clasificación 139
- Origen e inserción 139
- Sistema de palancas 141
- Acciones de grupos musculares 141
- Clasificación de los músculos esqueléticos (según su función) 142
  - Lectura 165

CAPÍTULO V La sangre

- Características generales 172
- Funciones 172
- Composición de la sangre 172
- La hematopoyesis 175
- Los glóbulos rojos o hematíes 176
- Los glóbulos blancos o leucocitos 180
- Las plaquetas o trombocitos 185

Hemostasia

- Fase vascular 187
- Fase plaquetaria 187
- Fase de coagulación 188
- Fase de fibrinolisis 191

Grupos sanguíneos

- Sistema ABO 192
- Sistema Rhesus (Rh) 194
  - Lectura 195

CAPÍTULO VI Sistema cardiovascular

El corazón

- Consideraciones generales 202
- Las cavidades cardíacas 203
- Los grandes vasos del corazón 205
- Las válvulas cardíacas 206
- El pericardio 207
- La pared cardíaca 207
- La vascularización del corazón 208
- Sistema de conducción o nodal 209

Los vasos sanguíneos

- Las arterias 211
- Las venas 213
- Los capilares 214

Angiología

- La arteria aorta y sus ramas 216
- Las venas de la circulación mayor 220

Fisiología cardiovascular

- Fisiología cardíaca 222
- Fisiología circulatoria 228
  - Lectura 235

CAPÍTULO VII Sistema linfático e inmunitario

Sistema linfático

- Órganos linfoides primarios 242
- Órganos linfoides secundarios 244
- La linfa 248
- Los vasos linfáticos 249

Sistema inmunitario

- Inmunidad natural e inmunidad adquirida 251
- Células del sistema inmunitario 253
- Moléculas del sistema inmunitario 259
- Respuesta inmunitaria 265
  - Lectura 269

CAPÍTULO VIII Sistema respiratorio

Las vías respiratorias

- Las fosas nasales 276
- La faringe 279
- La laringe 280
- La tráquea 283
- Los bronquios 284
- Los bronquiolos 285

Los pulmones

- Morfología externa 286
- La pleura 287
- Histología 287
- Irrigación 290

Fisiología respiratoria

- Ventilación pulmonar 291
- Intercambio de gases 294
- Transporte de gases en la sangre 296
- Regulación de la respiración 299
  - Lectura 301

CAPÍTULO IX Sistema digestivo

El tubo digestivo

- Estructura histológica del tubo digestivo 308
- La boca 210
- La faringe 314
- El esófago 315
- El estómago 317
- El intestino delgado 322
- El intestino grueso 326
- El peritoneo 328

Glándulas anexas

- Las glándulas salivales 330
- El páncreas 332
- El hígado 335
- Las vías biliares 343
- La vesícula biliar 343

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

Fisiología digestiva

- Digestión en la boca 345
- Digestión en el estómago 345
- Digestión en el intestino delgado 346
- Fisiología de la absorción 350
- Digestión en el intestino grueso 353
- Filosofía de la defecación 354
  - Lectura 355

CAPÍTULO X

Sistema urinario

Los riñones

- Morfología externa 363
- Morfología interna 363
- Histología 365
- Irrigación de los riñones 368
- Inervación de los riñones 369

Las vías urinarias

- Capas histológicas 370
- Componentes 370

Fisiología renal

- Formación de la orina 374
- Regulación de la presión arterial 388
- Regulación de la eritropoyesis 389
- La orina 390
  - Lectura 391

CAPÍTULO XI

Sistema endocrino

- Definición 398
- Las hormonas 399
- El hipotálamo 403
- La hipófisis 406
- La glándula tiroides 413
- La glándula paratiroides 419
- Las glándulas suprarrenales 420
- El páncreas endocrino 426
- La glándula pineal 432
  - Lectura 433

CAPÍTULO XII

Sistema nervioso

- División 440
- Funciones 441
- Histología 441

Sistema nervioso central (SNC)

- La médula espinal 442
- El bulbo raquídeo 446
- La protuberancia anular 447
- El mesencéfalo 448
- El cerebelo 449
- El cerebro 452
- El sistema límbico 461
- Las meninges 461
- Líquido cefalorraquídeo 463

Sistema nervioso periférico (SNP)

- Los nervios raquídeos (espinales) 465
- Los nervios craneales 466
- El sistema nervioso autónomo o vegetativo 470
  - Lectura 475

CAPÍTULO XIII Sistema sensorial

Sistema sensorial

- Elementos 482
- Receptores sensoriales 482
- Clasificación de los receptores 483
- Sensación 484

Sensaciones generales (somáticas)

- Sensaciones cutáneas 485
- Sensaciones viscerales 487
- Sensaciones propioceptivas 487

Sensaciones especiales

- Sensaciones olfatorias 490
- Sensaciones gustativas 493
- Sensaciones visuales 496
- Anexos del globo ocular 501
- Fisiología visual 502
- Sensaciones auditivas y del equilibrio 506
- División funcional del oído interno 509
- Lectura 513

CAPÍTULO XIV Sistema reproductor

Sistema reproductor femenino

- Concepto 520
- La vulva 520
- Los ovarios 522
- Las trompas uterinas (da Falopio) 524
- El útero 525
- La vagina 527
- Las glándulas mamarias 528

Ciclo reproductor femenino

- Ciclo ovárico 530
- Ciclo uterino (menstrual) 531
- Acto sexual femenino 533

Sistema reproductor masculino

- Los testículos 534
- Las vías espermáticas 538
- El pene 539
- Las glándulas anexas 540

Fisiología del sistema reproductor masculino

- Acto sexual masculino 542
- Función endocrina testicular 544
- El semen 546
- Lectura 547

CAPÍTULO XV Embriología

Embriología

- Generalidades 554
- Gametogénesis 554
- Fecundación 558
- Periodo pre-embrionario 560
- Periodo embrionario 563
- Periodo fetal 565
- Membranas embrionarias 567
- Placenta y cordón umbilical 569
- Embarazos gemelares y múltiples 570

Gestación

- Cambios anatómicos y fisiológicos en la madre durante la gestación 572
- El parto 573
- Lectura 575
- Apéndice 579
- Glosario 661
- Bibliografía 675

Sistema tegumentario

Estructura cutánea 000
- Epidermis 000
- Dermis y tejido subcutáneo 000
- Anejos cutáneos: pelo y glándulas 000
- Queratinización 000

Función barrera y termorregulación 000
- Barrera epidérmica 000
- Sudoración y vasodilatación 000
- Respuesta inflamatoria cutánea 000
- Cicatrización 000

Cuidados enfermeros 000
- Valoración cutánea 000
- Prevención de úlceras por presión 000
- Curas de heridas agudas 000
- Manejo de drenajes y sondas 000
- Quemaduras: valoración y primeros cuidados 000
- Educación sanitaria al alta 000
- Registros 000

Sistema reproductor

Órganos genitales masculinos 000
- Testículos 000
- Epidídimo 000
- Conducto deferente 000
- Vesículas seminales 000
- Próstata 000
- Pene 000
- Escroto 000

Órganos genitales femeninos 000
- Ovarios 000
- Trompas de Falopio 000
- Útero 000
- Cérvix 000
- Vagina 000
- Vulva 000

Ciclo menstrual 000
- Fase folicular 000
- Ovulación 000
- Fase lútea 000
- Menstruación 000

Mama 000
- Anatomía mamaria 000
- Lactancia 000

Embarazo

Fecundación 000
- Transporte de gametos 000
- Capacitación y reacción acrosómica 000
- Fecundación 000
- Segmentación y formación del blastocisto 000

Implantación 000
- Implantación del blastocisto 000
- Placentación 000
- Circulación uteroplacentaria 000
- Barrera placentaria 000
- Hormonas del embarazo 000
- Cambios maternos durante el embarazo 000
- Valoración del bienestar fetal 000
- Cuidados de enfermería en el embarazo 000

CAPÍTULO

I

Historia de la Anatomía

Andrés Vesalio, fundador de la Anatomía moderna. Con su gran obra *De Humani Corporis Fabrica*, inicia una nueva era en la Medicina. Corrigió casi todos los errores de Claudio Galeno. Cuestionó la autoridad, que hasta ese periodo tenía. Es el precursor de la etapa científica de la Anatomía y la Medicina.

Historia de la Anatomía

CAPÍTULO

I

twitter.com/calapenshko

HISTORIA DE LA ANATOMÍA

Capítulo I

Introducción

La historia de la Anatomía está necesariamente ligada a la historia de la Medicina. Surge en los albores de la civilización cuando el hombre empieza a tener conciencia sobre la muerte, cuando empieza a darse cuenta de la diferencia notable entre la persona viva y la persona muerta. La exposición del cadáver le provoca espanto y angustia, pero, sobre todo, despierta su interés por explicar el fenómeno. Esto lo lleva a realizar interpretaciones mágicas y, posteriormente, interesarse por explorar directamente la estructura interna del cuerpo humano.

La Anatomía, como ciencia experimental, fundamenta sus conocimientos en la correlación entre los hechos y la teoría. Es así que el avance de la Anatomía ha estado basado, fundamentalmente, en los hallazgos logrados por la observación y la exploración interna de cadáveres. Este avance se incrementa notablemente en las últimas décadas con los estudios microscópicos, radiológicos y nucleares que le dan el lugar que actualmente tiene. La teoría elaborada por los anatomistas, producto de su observación, fue perfeccionada, reformulada o rechazada con los hallazgos experimentales, a través de las pautas del Método Científico.

La historia de la Anatomía marca inevitablemente el avance médico. La explicación científica de la fisiología de las diferentes estructuras sólo puede ser realizada tomando como base un conocimiento cabal de dichas estructuras. Sin embargo, debemos de considerar que estas interpretaciones no están exentas del tipo de pensamiento predominante en un momento histórico de la humanidad. Es por ello que la concepción anatómica se funda, inicialmente, en lo mágico e imaginativo y, posteriormente, en lo material y demostrable, basándose en la metodología científica predominante.

1 ¿Para qué estudiar la historia de la Anatomía?

Este estudio es importante para comprender cómo muchas de las creencias médicas populares, predominantes en nuestra sociedad, se originaron en épocas muy antiguas, basadas en una concepción mágica-religiosa del fenómeno. Asimismo, es importante para comprender por qué las ideas fueron cambiando, producto de la síntesis de los conocimientos, de las experiencias y de las necesidades de una época determinada. Por ejemplo, las guerras en el esclavismo exigieron la necesidad de tratamiento de las lesiones de los soldados heridos y mutilados, lo cual brindó la oportunidad a los cirujanos de ampliar los conocimientos anatómicos, sobre todo visualizando directamente las estructuras en sujetos vivos. De esta manera, se da realce al estudio anatómico y fisiológico.

Es importante, también, porque se ha observado que las variaciones anatómicas en las personas llevan a una inadecuada función del órgano. De este modo, comprendemos cómo las lesiones traumáticas, enfermedades infecciosas, quemaduras y diversas alteraciones anatómicas, nos impiden desenvolvernos adecuadamente en nuestras actividades cotidianas. Conocer ello y cómo se fue interpretando a través de la historia nos llevará a una mejor valoración y cuidado de nuestro cuerpo.

Por lo tanto, la historia de la Anatomía irá de la mano con la historia de la humanidad; continuará mientras la humanidad se mantenga y variará con los cambios que ocurran en ésta.

A continuación una breve reseña de la historia de la Anatomía.

2 La Anatomía en la comunidad primitiva (prehistoria)

El hombre del paleolítico nos ha dejado como testimonio de su vida, la pintura rupestre, utensilios, etc. Son pruebas los restos óseos, piedras talladas, objetos de hueso, etc.

Poco se conoce sobre las enfermedades en la comunidad primitiva. Según las osamentas encontradas se podrían deducir la existencia de ciertas lesiones en cráneos de *Homo habilis*, tumor de un maxilar, osteomielitis de cráneo. Apenas existen vestigios óseos de individuos mayores de 50 - 60 años, siendo muy incierto la presencia de restos óseos infantiles, probablemente sea por su menor resistencia.

La cirugía y la magia se emplearon en la trepanación craneal, ya sea para evacuar materia real acumulada en la cavidad cefálica, o por la creencia para dar **salida** a entes nocivos penetrados en el cuerpo a consecuencia de un **maleficio**. Por ejemplo, se ha descrito una mano a la cual se había amputado un dedo **(D. Rojlin)**.

3 La Anatomía en las sociedades antiguas

Se refiere a aquellas sociedades antiguas tales como Egipto, Mesopotamia, etc.

En el **antiguo Egipto**, por ejemplo, la profesión médica era, en muchos casos hereditaria. Los médicos se hallaban bajo la inmediata protección de varios dioses: **Thot** y otros. **Hesy-Ra** (3000 a.n.e., primer sanador del que se tiene noticia) destacó especialmente como oftalmólogo.

Refiere Herodoto que los médicos nada podían hacer contra el tracoma. Este mal causaba grandes estragos en Egipto. Muchos invidentes se dedicaban a la música. En el gráfico, Arpista ciego de la tumba de Mahkt, Tebas.

En el papiro de **Ebers** (1550 a.n.e.) puede leerse concepciones especulativas de la anatomía y la fisiología del corazón y los vasos. Al corazón se le describe como una masa cárnea y centro del sistema vascular, asimismo, los vasos van a todos los órganos y partes del cuerpo.

En este sentido, los conocimientos anatómicos y fisiológicos en el Antiguo Egipto fueron escasos, y, en su mayor parte, procedentes de la imaginación y observación. Las nociones más precisas atañen al corazón y a los vasos.

En **Mesopotamia**, las fuentes para el conocimiento médico fueron puramente mágico-religiosas, aunque, como es obvio, no faltaron en ella conocimientos empíricos.

3.1. CHINA ANTIGUA

Tseu-Yen (336-280 a.n.e.) introdujo el término "elementos cósmicos", el cual comprendía: agua, tierra, fuego, madera y metal; los mismos que fundamentarían la física, la alquimia, la fisiología y la medicina de la China anterior. En esta concepción el hombre, microcosmos, se halla formado por esos cinco elementos, y, en la mezcla y la dinámica de los cinco, posee su base real la vida humana.

El saber anatomo-fisiológico estuvo presidido por el número cinco:

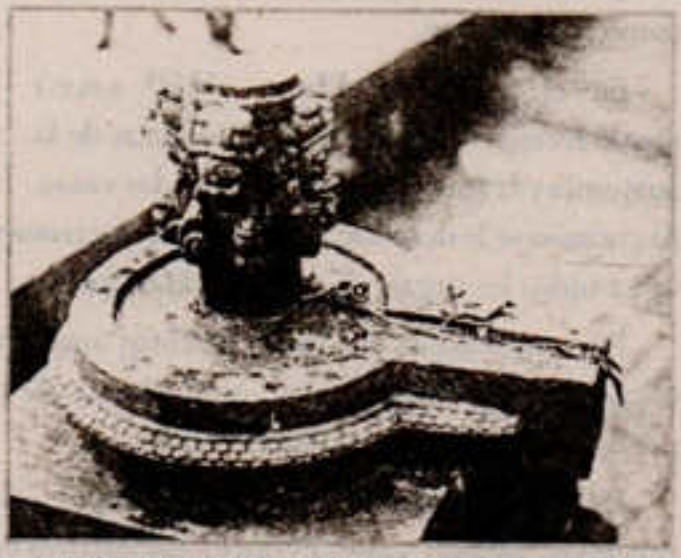
Figurilla china utilizada por las mujeres para indicar al médico el lugar de su dolencia, sin necesidad de desnudarse. *Museo de la Universidad de Kansas City*

cinco elementos básicos, cinco órganos principales (corazón, pulmón, riñón, hígado y bazo) y cinco órganos secundarios o subordinados (intestino delgado, intestino grueso, uréter, vesícula biliar y estómago).

Se afirma que a comienzos de nuestra era, un médico de la corte y un carnicero abrieron el cadáver de un criminal para examinar sus vísceras y vasos. Pero esto no está registrado en un texto de Anatomía. Los sabios chinos no tuvieron la curiosidad, la inventiva y la osadía intelectual de los sabios griegos.

3.2. INDIA ANTIGUA

Los conocimientos anatómicos procedían de la observación o de la imaginación, por ejemplo, el número de los huesos (360) es también el de los días del año (paralelismo numeral entre el microcosmos y el macrocosmos).



Fuente hindú de la salud. Según una creencia popular hindú, el agua, que manaba de la fuentes en las que aparecían los símbolos del Lingam y el Yoni, que representaban a los sexos masculino y femenino, tenía propiedades curativas.

La materia del cosmos se fundamentó en cinco elementos primarios: espacio lumínico, el viento, el fuego, el agua y la tierra; de los cuales, tres adquieren consistencia e importancia: el viento, bajo la forma de soplo o hálito vital; el fuego, bajo la forma de bilis; y el agua, bajo la forma de moco o pituita. Por lo tanto, habría en el cuerpo humano cinco modos de viento o hálito, cinco de fuego bilioso y otros cinco de pituita. Después, derivado de éstos, **Ayurveda** distingue siete elementos orgánicos: el quilo (jugo o savia fundamental), la sangre, la carne, la grasa, el hueso, la médula y el esperma.

3.3. JAPÓN ANTIGUO, ISRAEL

En **Japón**, Nakagawa expone restos óseos, fracturas, cráneos trepanados. Para decidir acerca de la existencia de un embarazo se practica la autopsia del cadáver de una princesa (454 d.n.e.)

En **Israel**, sólo Dios es, para el hombre, el verdadero "sanador". *Sólo de su poder y su voluntad depende el restablecimiento de la salud.* **(Laín Entralgo)**

Importante

EL CONCEPTO DE ENFERMEDAD EN LA ANTIGÜEDAD

Hace 45 siglos el pueblo asirio babilónico creía que la enfermedad era una impureza moral o espiritual provocada por los dioses como réplica a una transgresión moral. La "culpa" (del latín culpa: falta, pecado) se buscaba en la biografía del enfermo.

Para los griegos, la enfermedad también era de origen divino, pero la impureza ya no era moral sino física y, por lo tanto, tratable con baños purificadores. Éste fue un salto conceptual enorme ya que si la enfermedad era causada por los dioses y significaba una impureza del alma, el hombre no tenía acceso a ella (cosa de los dioses), es decir no podía ser curada por otros hombres, sólo por el perdón de un dios. Pero si la impureza estaba en lo físico, (cosa de los hombres), un hombre que conociera las leyes de la naturaleza (*physis*) podía curar a otros.

Los griegos pensaban que la naturaleza (*physis*) se guiaba por leyes, que tenía un orden, una armonía (idea pitagórica). Así, se conocían las leyes propias de la naturaleza del organismo, la fisiología, cuando un hombre enfermaba, otro hombre podía ayudar a la naturaleza en el proceso de restitución de la armonía (la salud). Cuidar al otro, hacer medicina (del griego medein: cuidar a).

MARIETAN, H. *"Sobre los conceptos de salud/enfermedad/normalidad/anormalidad"*. 1991.

3.4. MEDICINA EN EL ANTIGUO PERÚ

Aquí, se concebía la enfermedad como castigo de los dioses, era pues una "medicina" arcaica. En el Imperio incaico, la anatomía se limitaba a regiones y órganos del cuerpo. Se identificaron la acondroplasia[1] y el bocio. En el Imperio incaico, hubo médicos del Inca (*hampi camayoc*) y médicos del pueblo (*ccamasmas*), todos ellos practicantes de una terapéutica empírico-mágica. Por otro lado, el estudio osteopato-lógico de las momias peruanas, ha permitido diagnosticar lesiones sifílicas. **(J. C. Tello y H. V. Williams).**

Las evidencias más notables del avance en la medicina las hallamos en la costa sur, en la sociedad Paracas, en el departamento de Ica con la trepanación craneana. El 40% de los cráneos encontrados muestran un

El pueblo Inca conocía varios procedimientos para conservar los cadáveres. Los "congelaban" en determinadas zonas, los disecaban cerca del fuego, o bien utilizaban procedimientos químicos para momificarlos. **Momia peruana. Museo Arqueológico del Cusco.**

1 "Alteración hereditaria congénita del crecimiento y maduración de la placa condroblástica epifisiaria, que causa una formación inadecuada del hueso endocondral y que resulta en una forma peculiar de enanismo con extremidades cortas, tronco normal, cara pequeña, lordosis y mano en tridente" *Diccionario Enciclopédico Ilustrado de Medicina*. Dorland. Pág. 33

trabajo de trepanación. Muchos de los restos encontrados evidencian de que el hombre sometido a la trepanación sobrevivía. Se trepanaba el cráneo con diferentes técnicas, tales como el raspado, hacer agujeros en el contorno; y en cuanto a la forma, estos podían ser cuadriláteros, poligonales, ovales o en "corona de ebanista"[2]. El objetivo de estas operaciones, fue realizar, el drenaje de las lesiones de los huesos, o la limpieza de la zona afectada. La mayor parte de trepanaciones han sido realizadas en la parte frontal o la región parietal izquierda; esto se debe a que las lesiones en su mayoría eran producto de la guerra, y porque el atacante utilizaba el mazo, generalmente, con la mano derecha.

4 Anatomía griega

La estructura del cuerpo humano fue conocida mediante tres recursos principales: la observación directa de él, la experiencia de las heridas en los campos de batalla y la ocasional observación de la putrefacción de cadáveres abandonados. Inicialmente los griegos veían al cuerpo humano como un conjunto de órganos, mas no como una totalidad orgánica unitaria. Por otro lado, se daba importancia al alma como ente que mantiene la vida, el cual estaba ubicado en el **Phren**, conjunto unitario de diafragma, pericardio y corazón.

La historia de la medicina griega pasa por diferentes etapas:

- **Etapa Presocrática (siglo VI - IV a.n.e).** Desarrollan los primeros fundamentos de las Ciencias Naturales y permiten con su obra la definitiva tecnificación y racionalización de la medicina griega. Figuran en esta época Alcmeón de Crotona, Anaxágoras, Heráclito, Pitágoras, Empédocles, etc.
- **Etapa Hipocrática (500 a.n.e.).** Se funda la medicina, temáticamente sobre la base de la fisiología o Ciencias Naturales de los presocráticos. Sobresale Hipócrates ("Padre de la Medicina"), cuyos escritos fueron compilados posteriormente en el llamado "*Corpus hipocrático*".
- **Tercera Etapa (siglos IV y III a.n.e.).** Sobresalen Platón, Aristóteles y los estoicos. El desarrollo de la medicina se entrelaza con el desarrollo filosófico predominante de la época.
- **Cuarta Etapa: Alejandrinos y empíricos (siglo III a.n.e.).** El interés se centra en crear una medicina científica, basada en una nueva experiencia del cuerpo humano. Sobresalen Herófilo de Calcedonia y Erasístrato de Ceos.
- **Quinta Etapa: Penetración de la medicina griega en Roma (siglo II - I a.n.e.).** Aun antes de la aparición del Imperio Romano, el ansia de lucro y fama hizo que sabios helenistas viajen a Roma, entre ellos, médicos eminentes como Arcágato, Asclepiades, Herófilo y Erasístrato.

[2] Se caracteriza por hacer agujeros de manera circular u oval y luego sacar el hueso de la zona infectada

- **Sexta Etapa:** Desarrollo y diversificación de la medicina helénica en el Imperio romano. Los Romanos, discípulos de los médicos griegos, empezaron a hacer suya la medicina legada por aquellos. Sobresalen Celso y Celio Aurelio, César y Cicerón.
- **Séptima Etapa:** La obra de Galeno[3] (siglo II - III d.n.e). Galeno (131 - 203 d.n.e.) nace en Grecia y a los 33 años viaja a Roma. Consolida los conocimientos griegos en todas las áreas de la medicina; de tal manera que la medicina antigua terminaría cristalizándose en un paradigma científico - técnico: "El Galénico".
- **Octava Etapa:** La medicina antigua postgalénica. Con la muerte de Galeno parece extinguirse la capacidad creadora de la medicina helenística-romana. Con excepción de Celio Aureliano, solo figuras de escaso relieve podrían citarse.

4.1. ANATOMÍA DESCRIPTIVA

Es probable que *Alcmeón de Crotona* y otros practicasen la disección anatómica de cadáveres de animales y la vivisección (disección anatómica de animales vivos).

Los **Hipocráticos**, al no tener posibilidad de disecar cadáveres, basaron sus conocimientos en la observación del cuerpo animal y en la práctica quirúrgica. Se rigieron por el postulado hipocrático: "El todo se diversifica en partes y de las partes se origina el todo".

Al estudiar los **nervios**, los confundieron con tendones y a veces con vasos. El alma fue considerada como una parte del cuerpo. También se evidencia errores garrafales en la percepción, como considerar que hay comunicación entre estómago y riñón, tráquea y vejiga urinaria.

Herófilo aparece como fundador de la Anatomía. Fue un médico griego que vivió en Egipto. Se afirmaba que su pasión por el estudio le llevó incluso a la vivisección de seres humanos. **Nueva Escuela de Medicina. París.**

Aristóteles (384 - 322 a.n.e.), **fundador de la Anatomía Comparada**. A él se deben los primeros intentos de comparación entre los cuerpos de los animales y el estudio del embrión. Aristóteles emitió una idea verdadera, contraria a la religión, al afirmar que todo animal procede de lo animal.

[3] Los médicos durante muchos años consideraron a Claudio Galeno como modelo ideal de la medicina, por sus grandes aportes e influencia que tuvo aun después de su muerte. Por esta razón hoy en día al médico también se le llama galeno.

Herófilo (304 a.n.e.), fue el impulsor de la **Anatomía** como ciencia independiente, ya que antes era considerada con una parte de la cirugía. Fue el primero en practicar la disección de cadáveres humanos, de donde se deriva la denominación de Anatomía. Herófilo describió una serie de formaciones anatómicas: el cerebro y sus meninges; los senos venosos y su confluencia; los nervios, que con precisión delimitó de los tendones.

Erasístrato (350 - 300 a.n.e.); al igual que Herófilo, hizo una serie de descubrimientos relacionados con el sistema vascular. Fue el iniciador del estudio de las anastomosis vasculares. Fue el primero en diferenciar los nervios en motores y sensitivos y, al estudiar la contracción de los músculos, emitió su teoría sobre el movimiento, aceptada hasta los siglos XVI - XVII.

Con la obra de **Claudio Galeno** (131 - 203 d.n.e.) la anatomía griega alcanza la cima. Galeno no disecó cadáveres humanos, sino animales, especialmente monos, semejantes por su estructura al hombre. Describe las manos, como instrumento para todas las artes y sólo usada por los humanos; los pies, órganos de la bipedestación. En tercer lugar, la cubierta osteomuscular de las tres cavidades: abdominal, toráxica y cefálica, y los órganos que ahí se alojan, y, finalmente, las arterias, venas y nervios, que permiten el mantenimiento y la comunicación entre las células. El materialismo de Galeno se evidencia en su método de estudio del organismo. Investiga por vía de la observación en el enfermo y la disección de cadáveres de animales[4]. Fue el primero en emplear la vivisección, siendo el **fundador de la medicina experimental**, sobre todo en lo referente al sistema nervioso.

Galeno, hombre de vasta cultura médica, "polipragmática". Viajó para aprenderlo todo, luego, satisfecho de su haber intelectual, impuso sus ideas de modo dogmático. Médicos de siglos posteriores lo veneraron sin discutir sus asertos.

4.2. FISIOLOGÍA

Alcmeón planteó que la diferencia entre los hombres y los animales es la inteligencia. Consideró al cerebro como centro de la vida del hombre, tanto de lo sensorial como de lo psíquico; de esta manera, cuestionó a la doctrina arcaica que sostenía como centro vital al **Phren**.

Los **hipocráticos** no conocieron la circulación de la sangre, pero sí su carácter cíclico y rítmico. El alma era concebida como la parte más sutil del cuerpo. El uso excesivo de

[4] "Los errores anatómicos de Galeno solo comenzaron a descubrirse en la época del Renacimiento, cuando comenzó la autopsia de cadáveres humanos. Hasta ese momento, en el transcurso de toda la Edad Media, en los fundamentos de la medicina imperaron la anatomía y la fisiología de Galeno". *Anatomía* Prives Pág. 25.

la imaginación los llevó a errores fisiológicos, por ejemplo, pensaron en la existencia de una comunicación directa entre estómago y vejiga para explicar la rápida eliminación del agua ingerida.

Aristóteles distingue entre sangre arterial y venosa, y describe los movimientos respiratorios. Señala que los alimentos son convertidos en jugo alimenticio, el corazón los transforma en sangre por cocción, y la sangre, conducida por los vasos para la nutrición de las partes a donde llega, deja en este proceso residuos.

Galeno tomó estos conocimientos y compuso el paradigma fisiológico que duró hasta el siglo XVII. La fisiología general galénica tiene cuatro conceptos fundamentales: alma, potencia o facultad, espíritu y calor implantado o innato[5].

En resumen, los conocimientos médicos en la cultura griega son abundantes, básicamente, por el ímpetu constante del griego para comprender la realidad. Los conocimientos de Alcmeón, Hipócrates, y Aristóteles son reformulados y sistematizados por Galeno, quien plantea todo un paradigma médico que tendrá vigencia hasta los siglos XVI y XVII. Galeno se convirtió en la expresión máxima de la medicina griega, de tal manera que durante los 15 siglos posteriores a su muerte, los médicos aún lo toman como modelo ideal de la medicina.

5 MEDICINA BIZANTINA

La medicina bizantina se divide en dos etapas: la anterior al año 642, fecha de la conquista de Alejandría por los árabes, y la posterior a ella, hasta el fin del Imperio bizantino; por ello, se habla de una etapa alejandrina y otra constantinopolitana.

5.1. ETAPA ALEJANDRINA

Entre los años 330 y 642, sobresale Oribasio en la medicina alejandrina. **Oribasio**, nacido en Pérgamo hacia el año 325, es el hombre con el que definitivamente se realiza la transición de la medicina helenística a la medicina bizantina. Como médico escritor, fue autor de tres obras. La principal es *Las Colecciones Médicas*, en la cual recopila saberes anatomofisiológicos, patológicos, clínicos y terapéuticos, cuya fuente principal fue Galeno. Su influencia sobre la medicina bizantina de los siglos V y VI, fue considerable.

Otra de las máximas figuras de la medicina bizantina, durante el siglo VI, fue **Alejandro de Tralles**. Su obra mas importante, varias veces reeditada durante el Renacimiento, es

[5] "Alma, para Galeno tendría tres partes: concupiscible, irascible y racional: localizadas en el hígado, corazón y cerebro respectivamente: la potencia o facultad es lo que estimula a hacer algo: el espíritu viene a ser el agente del movimiento vital: son sustancias materiales altamente sutiles" De este modo sale del idealismo somatizando al máximo sus concepciones. *Historia de la medicina*. Laín Entralgo. Pág. 89

un conjunto de once libros acerca de la patología y la terapéutica de las enfermedades internas: "Un refrescante oasis – escribe **Neuburger** – en el desierto de la literatura médica bizantina, que, en ciertas páginas, recuerda la naturalidad del arte de observar de Hipócrates y la vivaz intuitiva descripción de Areteo".

5.2. ETAPA CONSTANTINOPOLITANA

Entre los años 642 y 1453, ni los médicos, ni los filósofos de Constantinopla lograron superar la obra de recopilación y ordenación de la medicina griega. En la medicina constantinopolitana sobresalen:

- **Meletio** (Siglo VIII), monje, autor de un tratado "Sobre la constitución del hombre".
- El monje **Mercurio** (siglo X - XI), autor de una sofisticada obra sobre el pulso.
- Los dos grandes exponentes del siglo XI, fueron: **Miguel Psellos** y **Simeón Seth**, ambos filósofos, médicos y enciclopedistas. El monje Psellos escribió sobre diversos temas fisiológicos, dietéticos y terapéuticos. Muy parecida a la suya es la obra de su coetáneo, el médico cortesano Simeón Seth.
- **Juan Actuario** (fines del siglo XII y comienzos del XIV), autor de dos tratados muy influyentes, "método terapéutico" y "sobre la orina", y de una monografía psiquiátrica.

6 MEDICINA ÁRABE

A través de un proceso intelectual, los árabes no tardaron en conocer ampliamente la medicina griega. Uno de los grandes genios de la historia universal es el persa **Ibn Sina** o **Avicena** (980 - 1037), filósofo y teólogo, médico, astrónomo, político y escritor. Escribió casi 200 obras de temas diversos, de las cuales destaca *Qanum* o *Canon*, cima indiscutida de la medicina medieval. Muy directamente apoyado en Galeno, Avicena expone de manera magistral todo el saber médico de su tiempo, desde la conceptuación de la medicina hasta la toxicología y la dietética.

El médico árabe veía su actividad diagnóstica como la recta conexión, en cada caso, entre la experiencia obtenida explorando al enfermo y el saber teórico adquirido.

Página del Canon de Avicena. Su canon gozó de un prestigio casi sagrado entre los médicos árabes e incluso cristianos. Avicena era llamado el Galeno árabe.

"Todo signo general debe ser referido – dice al estudiante el Poema de Avicena – a los tres órganos nobles, el hígado, el cerebro y el corazón" tras lo cual, ya con conocimiento de causa, el clínico determinaba el tratamiento.

7 Medicina de la Europa feudal

La medicina de la Europa medieval se halla determinada por tres aspectos importantes: helenidad, monoteísmo y sociedad señorial. Helenidad, por la influencia inicial de la ciencia helénica; monoteísmo, por el cristianismo y; sociedad señorial, representada por los feudos y señores feudales.

Por la escasa bibliografía durante la Edad Media; a partir de la primera mitad del siglo VI, adquiere un rol protagónico el sacerdote médico. Así los recientes monasterios comienzan a recibir y atender enfermos. Desde un punto de vista científico, la obra de los monjes sanadores fue muy modesta, debido a la fuerte represión al conocimiento de todas las ciencias.

La idea helénica de que las cosas actúan según las propiedades de la naturaleza, fue socialmente olvidada. Prevaleció en todos los niveles de la sociedad, las supersticiones seudo-religiosas, en vez de los remedios terapéuticamente más eficaces.

Renacimiento de la anatomía

El indudable interés de los salernitanos[6] por el saber anatómico no les llevó más allá de la disección de animales. Viejos tabúes sociales vedaban hacerlo con un cadáver humano. La tradicional renuencia contra la disección del cadáver tenía un carácter más social y seudoreligioso que religioso y eclesiástico.

A comienzos del siglo XIV, la **Anatomía medieval** adquiere notoriedad, con las disecciones de **Mondino de Luzzi**. El inicio del saber anatómico en Europa no posee carácter verbal, sino gráfico: las toscas series de cinco

En la Edad Media e incluso en el Renacimiento, el hospital aparece no sólo como casa de salud, sino como centro de caridad. Paracelso proclamó la conveniencia de que los médicos adquiriesen experiencia en los campos de batalla. Surge una nueva actitud ante el paciente y la enfermedad.

[6] "Cuatro médicos se habrían congregado en Salerno, Villa al sur de Nápoles, para fundar allí una institución médica laica, a la vez docente y asistencial, semejante a las escuelas de la antigüedad clásica". *Historia de la medicina*. Laín Entralgo. Pág. 193

láminas: un esqueleto, un hombre muscular, uno venoso, uno arterial y otro nérveo, procedentes de Roma y Alejandría, y atribuibles a la escuela de Sorano, circularon, una y otra vez, copiadas por los monasterios y las escuelas capitulares de la Alta Edad Media. **(Sudholf)**

Con la disección de cadáveres humanos[7] y la composición de su pequeña **Anatomía**, Mondino de Luzzi se convierte en la máxima figura del saber anatómico medieval, ya que su obra se constituye en el texto básico para la enseñanza de la medicina teórica en muchas universidades, hasta la publicación de la obra de Vesalio.

8 MECANISMO, VITALISMO Y EMPIRISMO

Durante los siglos XV y XVI comienza en Europa y luego en América un nuevo modo de hacer y entender la vida, llamado Humanismo (Modernismo). Este tránsito de la Edad Media a la Edad Moderna (Capitalismo), se dio por diferentes motivos, tanto de orden social, histórico, intelectual y geográficos.

El comienzo de las ciencias modernas se dio, en primer lugar, con un predominio del saber antiguo. La medicina antigua, especialmente bajo la forma de un galenismo modernizado, tuvo una vigencia esplendorosa, pero poco a poco surgen nuevas ideas como el mecanicismo, el vitalismo y el empirismo.

8.1. LA VISIÓN MECANICISTA

El mecanicismo fue un tipo de doctrina según la cual toda realidad natural tiene una estructura comparable a la de una máquina y que puede explicarse mecánicamente.

Para un mejor conocimiento del hombre, durante ésta época se desarrolló cuatro disciplinas básicas: la Anatomía Descriptiva, la Estequiología, la Antropogenia y la Dinámica (Fisiología y Psicología).

8.1.1. Anatomía Descriptiva

Durante el siglo XV, la Anatomía progresó por muchas razones, una de ellas fue el deseo de explorar el cuerpo humano por medio de la disección en el cadáver humano. Desde el punto de vista mecánico estructural, se pensaba que el conocimiento científico del cuerpo humano debía ser la disciplina básica de la medicina y también por la influencia del Renacimiento, que predicaba "La contemplación del desnudo y el saber anatómico debían ser para el artista, el principio y fundamento de todo".

Aquí se puede apreciar tres etapas:

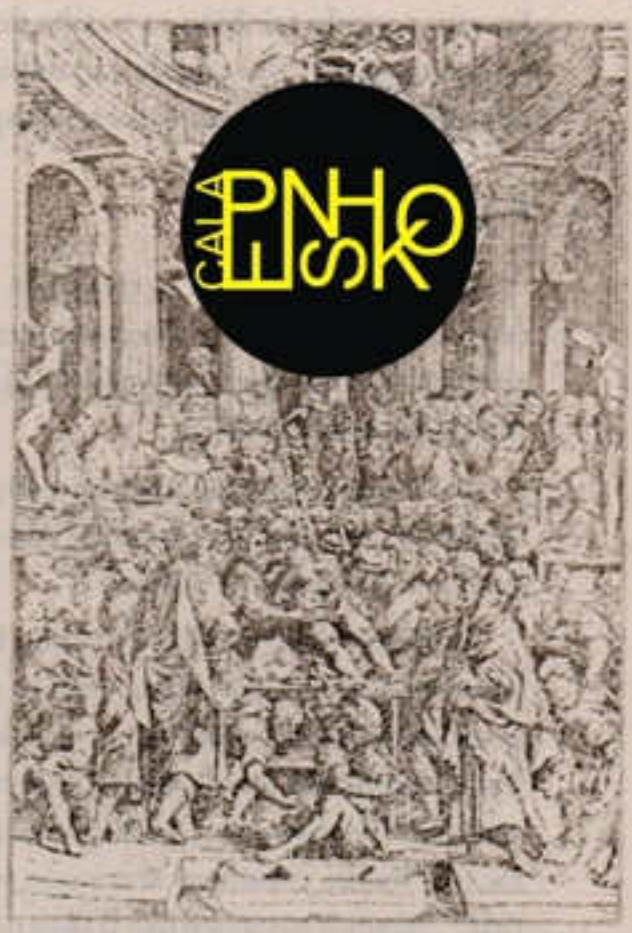
[7] "...el docente de Anatomía no disecó por sí mismo; la disección del cadáver se hallaba encomendada a un cirujano, con el cual colaboraba el Demonstrator, ayudante que hacía ver a los asistentes lo que el maestro iba exponiendo. Sentado éste en su estrado leía, ordenaba y explicaba. Como diría Farrington, la mano operativa no pasa todavía de ser sierva humilde de un cerebro altivo y doctoral". *Historia de la medicina*. Laín Entralgo. Pág 221.

A. Anatomía Pre-Vesaliana

Durante esta etapa, todavía no existía un saber anatómico ordenado, los médicos se limitaban a enriquecer con detalles anatómicos novedosos, por tal motivo los médicos eran llamados "Exploradores empíricos de la Anatomía". Muchos médicos sobresalieron, pero cabe mencionar la figura del genial **Leonardo Da Vinci** quien consideraba al cuerpo humano una máquina perfecta.

B. Anatomía Vesaliana

Andrés Vesalio (1514 - 1564), fue belga de nacimiento, estudió medicina en Lovaina y París, luego en Padua. A los 23 años ya era profesor de Anatomía y Cirugía. En 1543 publicó su obra máxima *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem*. Con esta obra corrigió casi todos los errores de Galeno, y cuestionó la autoridad de la anatomía galénica, hasta entonces dominante.



A mediados del siglo XVI, la anatomía, experimentó un auge inusitado. En 1543 apareció una extensa obra sobre la anatomía humana de Andrés Vesalio.

C. Anatomía Post Vesaliana

Hubo diferentes actitudes por parte de los médicos ante la "Fábrica" de Vesalio. **Jacobo Silvio** (maestro de Vesalio en París) se opuso a la obra de su discípulo. Pero otros que reconocieron los aportes la enriquecieron (los llamados médicos Post-vesalianos).

Por otro lado, en Italia y Holanda se desarrolló la Anatomía Microscópica (Histología), entre los microscopistas destacan Marcello Malpighi y Lorenzo Bellini, también Antony Van Leewenhoek, quien construyó más de 400 microscopios y descubrió a los infusorios, y espermatozoides). También citamos a Robert Hooke, quien usó por primera vez la palabra CELL (de ahí viene célula) al observar unas cavidades o poros microscópicos en el tejido del corcho (ahora se sabe que estas celdillas no eran células).

8.1.2. Estequiología y Antropogenia

Durante este período se concebía a la Anatomía como arquitectura del cuerpo humano, era una anatomía esencialmente solidista y muchos médicos se preguntaban ¿existirá un elemento fundamental de vida en los fluidos? Gabrielle Faloppio planteó la idea de una

fibra invisible que constituía todo el cuerpo humano, de ahí surge la noción de tejidos. En este periodo también se trataba de explicar el origen del hombre y para ello utilizaron la Antropogenia. Los médicos también se preguntaban "¿quién aportaba la vida?" Los animalculistas pensaban que era el espermatozoide y, según los oovistas era el óvulo.

8.1.3. Fisiología

Durante esta época se trató de ampliar el conocimiento de las funciones de los órganos, para ello era necesario considerar el movimiento, el desplazamiento como eje fundamental para entender la Fisiología. Entonces surge la necesidad de separar la Anatomía de la Fisiología.

La llamada fisiología moderna surge cuando **Miguel Servet** redescubre la circulación menor. Servet murió quemado junto a sus libros por el fanatismo religioso de Calvino.

William Harvey (1578 - 1657). Da a la anatomía una orientación fisiológica. Hace estudios más profundos sobre la circulación y descubre la circulación mayor o sistémica. También planteó que la sangre recorría el cuerpo en una sola dirección hacia el corazón y nunca en sentido opuesto. De este modo, consideró al corazón como "el principio de vida"[8]. Algunos sostienen que la obra de Harvey es la primera explicación adecuada de un proceso corporal, el punto de partida del camino que conduce a la fisiología moderna.

William Harvey, desde un punto de vista mecánico, explicó la circulación sanguínea. Consideró que el corazón correspondía a una bomba.

8.2. LA VISIÓN VITALISTA

El vitalismo es aquella doctrina que sostiene que las actividades biológicas están dirigidas por fuerzas o principios diferentes de las fuerzas físicas y químicas.

Según Paracelso, Dios creó al hombre a partir de una *Massa* que contenía todos los principios de la realidad creada y de esta "massa" resultó el cuerpo humano. Es una manera de entender de que el hombre es un micro universo, en el cual se integran tres cuerpos: un cuerpo inferior o "bestial", compuesto por tierra y agua; un cuerpo intermedio o "sidereo", compuesto por aire y fuego y otro cuerpo superior o "invisible", compuesto por el alma. Se puede entender que, de los tres cuerpos, el primero corresponde a la vida animal, el segundo corresponde a las funciones intelectuales, inteligencia, y el tercero corresponde a la libertad y a la vida eterna del hombre.

[8] "El corazón es un centro palpitante de una existencia corporal, centro de un campo de fuerza de las cosas no corporales pero que nos hablan corporalmente. Polo de emotividad corporal, nos mueve a juntarnos y separarnos, nos induce a la amistad, al matrimonio, a ser padres o madres, nos mueve a .... Fuente de calor, Hogar ardiente, ya no tengo más palabras" *El cuerpo humano: Una investigación Metabléica*. J.H. Von Den Berg. Pág 55.

Según Van Helmont, en el hombre se hallan todos los principios del cosmos, el **Blas**, el **Fermentum**, el **Semen** y el **Archei**, rechazando el microcosmos de Paracelso; pero tanto Van Helmont como Paracelso concuerdan en afirmar que todos los seres del cosmos están animados.

8.3. LA VISIÓN EMPIRISTA

Ante el gran deseo de la exploración disectiva del cuerpo humano, nace la anatomía moderna. El saber médico siempre ha adquirido valiosos conocimientos por medio de la "experiencia" (observación y experimentación) al cual llamamos empirismo; y estos descubrimientos anatómicos fueron, en la mayoría de los casos, inesperados "descubrimientos fortuitos", pero gran parte fueron también estratégicamente planificados por los anatomistas de la época.

9 LA MEDICINA DEL SIGLO XIX

La medicina en el siglo XIX se halla integrada por tres corrientes de pensamiento diversamente asociados entre sí: evolucionismo, positivismo y eclecticismo.

El término **Evolucionismo** se refiere casi exclusivamente a la doctrina que afirma la génesis de las especies vivientes como consecuencia de la transformación de otras. Así mismo, el **Positivismo** admite únicamente el método experimental y rechaza toda noción a priori y todo concepto universal y absoluto. Por otro lado, el **Eclecticismo** procura conciliar las doctrinas que parecen mejores o más verosímiles, aunque procedan de diversos sistemas.

9.1. ANATOMÍA COMPARADA

Una visión panorámica del siglo XIX permite distinguir dos orientaciones en cuanto a la anatomía comparada: la estática y la evolucionista.

La morfología comparada de carácter estático describe las configuraciones típicas o ideales de individuos, especies y géneros del reino animal. La orientación evolucionista de la anatomía comparada (la que en definitiva va a prevalecer), forma parte del evolucionismo cósmico, describe una morfología y una fisiología comparada de los mundos vegetal y animal. Para **Lamarck**, unas especies proceden de otras, por obra de tres mecanismos, expresados por Lamarck, bajo forma de tres reglas o leyes: "la influencia del medio", la "ley del uso y desuso" y la "herencia de los caracteres adquiridos". Así quedará formulada la doctrina biológica del evolucionismo o transformismo (y con ella la visión evolucionista de la anatomía comparada) hasta que los seguidores de Darwin la renueven sobre otros fundamentos.

9.2. ANATOMÍA DESCRIPTIVA

La descripción de la estructura anatómica del cuerpo alcanza un gran desarrollo debido al surgimiento de nuevos métodos de investigación para la exploración macroscópica del cuerpo humano. Entre estos métodos tenemos, el estudio minucioso de las lesiones anatomopatológicas, la provocación experimental de lesiones y el estudio de la aparición de una determinada parte estructural del organismo.

Muchos fueron los anatomistas que con su estudio e investigación lograron descubrimientos sobre la morfología macroscópica del cuerpo humano y con ello forjaron el desarrollo de la anatomía descriptiva. Entre ellos, tenemos a: Civinini (osteología descriptiva), Bell, Breschet, Panizza y Waldeyer (arterias, venas y ganglios linfáticos), His, Keith, Flack (corazón); Langerhans (páncreas); Bowman, Henle (riñón); Rolando, Goll, Burdach (sistema nervioso).

La descripción anatómica alcanza el grado de científica, cuando el descriptor consigue ordenar sus múltiples conocimientos particulares, con arreglo a una idea descriptiva a la vez unitaria y rectora. Para esto, tiene que sintetizar los conocimientos obtenidos por Galeno (funcional), Vesalio y Vicq d' Azyr (arquitectónica) y Gegenbaur (evolucionista).

9.3. LA FISIOLOGÍA

Durante el siglo XIX y tras el gran desarrollo de la Anatomía, la Fisiología se convierte en la segunda ciencia básica de la medicina. Todo ello se logra gracias a la inquietud por el saber fisiológico, sobre las funciones del organismo. Estos conocimientos sufren un gran cambio a mediados del siglo XIX, debido a la aparición de la fisiología experimental, que trae consigo un estudio sistematizado del experimento (hipótesis, idea, experimento, resultado, contraprueba y ley). Con ayuda de éstos métodos y el incremento de laboratorios de Fisiología, surgen nuevos conceptos fisiológicos (medio interno, metabolismo, etc.) y el estudio de la Fisiología se hace individual y especial (Fisiología digestiva, respiratoria, circulatoria, nerviosa, muscular, etc).

10 LA MEDICINA ACTUAL

La anatomía contemporánea relaciona hoy en día los aspectos morfológico con lo funcional, desde lo más simple hasta lo más complejo.

Todo ello ha sido posible gracias al aporte de otras disciplinas tales como la Bioquímica, la Genética, la Biofísica entre otros.

El progreso logrado hasta hoy se debe al gran avance Biotecnológico. Por ejemplo a través de una resonancia magnética nuclear se construye imágenes tridimensionales la cual constituye una valiosa ayuda para el diagnóstico de una enfermedad.

10.1. LA ANATOMÍA DESCRIPTIVA

Las publicaciones anatómicas hasta 1920 sólo describían morfológicamente diferentes estructuras orgánicas. Hasta que **Hermann Braus** (1867 - 1924) sostiene que la Anatomía debe ser una ciencia descriptiva y causal del cuerpo humano.

Es así, que en el estudio del organismo humano se introdujo el punto de vista funcional. Entonces se empezó a relacionar y entender diversos procesos, desde los simples hasta los complejos, que se dan en el hombre, como por ejemplo: el lenguaje, la conducta e incluso la vida misma. Con ello se intenta realizar una anatomía íntegramente más humana y más acorde con el avance de las demás ciencias.

10.2. FISIOLOGÍA

En la época actual, el número de escritos consagrados a temas de Fisiología ha sido, sin duda, inmenso[9]; es por ello que resulta muy difícil tratar de resumir todos los logros conseguidos sobre ella.

Las características de la actual ciencia fisiológica son:

a. La parcelación del saber, el fisiólogo se convierte en neurofisiólogo, endocrinólogo, bioquímico e incluso enzimólogo o vitaminólogo.
b. Su frecuente formalización matemática. El saber fisiológico se expresa muchas veces en forma de abstractos modelos matemáticos.
c. La creciente utilización de las técnicas experimentales. Muchas veces no se espera que un proceso se dé espontáneamente para estudiarlo, sino se induce y se intenta reproducir un fenómeno – tantas veces como el investigador lo requiera – para un mejor estudio.

La mano de la señora Roentgen a través de los rayos X. Primera foto efectuada mediante tal procedimiento.

[9] En 1950 escribió E. F. DU BOIS que la fisiología era en los Estados Unidos "Un gigante acromegálico": expresión que bien pudo ser referida al mundo entero y que acaso haya quedado muy corta para expresar la realidad actual. *Historia de la medicina*. Lain Entralgo. Pag 89.

Actualmente el intento de resolver el problema del saber fisiológico se enmarca en dos ciencias: la Bioquímica y la Biofísica; entre estas, la primera ha alcanzado un mayor desarrollo y auge. Sus más importantes campos de trabajo han sido:

- Estructura y mecanismo de acción de las enzimas
- Mecanismo bioquímico de la contracción muscular y de las oxidaciones biológicas
- Constitución química y dinámica de las vitaminas y hormonas

Otro campo importante del desarrollo fisiológico fue la **endocrinología**, que ya había dado pasos importantes al iniciarse la Primera Guerra Mundial, pero que en los años siguientes daría un gran salto. Algunos de sus trabajos más destacados son:

- Descubrimiento, composición química y síntesis de las hormonas
- Mecanismos de acción de las hormonas
- El sistema endocrino en relación íntima con el sistema nervioso como sistemas de interpretación y regulación

Con la bioquímica y la endocrinología, la neurofisiología es el tercero de los campos del saber fisiológico que de manera resaltante se ha hecho sensible, desde los primeros lustros de nuestro siglo. Algunos de sus trabajos han sido:

- Teoría del reflejo
- Las funciones de la formación reticular
- Fisiología del sistema límbico

A ellos podrían añadirse muchos más, correspondientes a cada una de las distintas regiones del sistema nervioso.

Aunque la revisión de la fisiología actual ha sido breve, nos ha hecho ver la realidad de los dos momentos que más acusadamente lo caracterizan:

- Finura y penetración fabulosas en el análisis físico-químico del fenómeno biológico
- El afán de conocer cómo las diversas funciones particulares se integran y coordinan unitariamente en el todo del organismo y cómo las actividades, más específicamente humanas de éste, son realizadas por las correspondientes estructuras morfológico-funcionales del cuerpo viviente.

twitter.com/calapenshko

CAPÍTULO

II

Introducción a la Anatomía y Fisiología

Lección de Anatomía, obra de Rembrandt. Los artistas no podían permanecer insensibles a escenas similares a las mostradas en el gráfico. *El Tabulae anatómica* renacentista es un ejemplo, algunas de sus láminas resultan soberbias. El artista exalta aquí no la pieza anatómica, como hiciera Leonardo, sino la función misma del anatomista.

CAPÍTULO

II

Introducción a la Anatomía y Fisiología

Introducción a la Anatomía y Fisiología

Capítulo II

Objetivos

- *Definir científicamente la Anatomía y explicar su relación con otras disciplinas.*
- *Distinguir los niveles de organización estructural del organismo humano.*
- *Describir la posición anatómica y los planos anatómicos.*
- *Localizar las principales cavidades corporales y los órganos que contienen.*
- *Definir la homeostasis y explicar su importancia fisiológica.*

Introducción

La anatomía humana estudia el organismo, no como una simple suma mecánica de sus partes integrantes, independiente del medio que le rodea, sino como un todo en unidad con sus condiciones de existencia. Al examinar el organismo por sistemas, lo dividimos artificialmente en partes. Sin embargo, en el organismo vivo, las diferentes partes y elementos de la estructura del cuerpo (sistemas, órganos, tejidos, etc) no existen aisladamente, sino que se condicionan recíprocamente en su formación y desarrollo e influyen mutuamente en su modelación.

Asimismo, el conocimiento de la Anatomía humana, es esencial para entender la Fisiología, ya que los fisiólogos estudian la forma en la cual los tejidos y los órganos interactúan entre sí.

Uno de los conceptos más importantes de la Fisiología es el de **homeostasis**. *La homeostasis es la capacidad que posee nuestro organismo para mantener un medio interno óptimo, dando respuestas apropiadas a cualquier alteración de ese estado. Todas las células y los tejidos del cuerpo tienen mecanismos homeostáticos. Los riñones, por ejemplo, son los responsables de la regulación de la composición química de la sangre, lo que incluye la cantidad de agua, la concentración de los iones como el sodio, el pH y también el contenido de los productos de desechos metabólicos. Para ello, los fisiólogos deben tener un conocimiento básico de la estructura anatómica de los riñones.*

1 Definición de la Anatomía

La palabra **anatomía** se ha originado de dos voces griegas: *ana*, que significa "por medio de" y *tomos* que significa "corte". Es decir, la palabra "Anatomía" etimológicamente significa "cortar para ver", lo cual hace alusión a la técnica más antigua usada por los anatomistas para el reconocimiento de órganos internos: la disección. La disección es el acto de cortar el cadáver con el fin de obtener algún conocimiento acerca de la constitución del organismo humano[1].

La Anatomía es la ciencia que estudia la forma y la estructura del organismo humano e investiga las leyes que rigen el desarrollo de dicha estructura con respecto a las funciones y el medio ambiente.

2 Relación con otras disciplinas

La Anatomía es la piedra angular en los conocimientos de la Medicina, pero necesita del aporte de otras disciplinas, tales como la Fisiología, Genética, Bioquímica, etć; para que el estudio del organismo humano sea mas integrado.

2.1. FISIOLOGÍA

El término fisiología proviene de dos raíces griegas *physis*; que significa naturaleza y *logos*, que significa tratado; es decir; tratado de la naturaleza.

La Fisiología es una ciencia que estudia las funciones del organismo y su modo de regulación. El conocimiento de la regulación de las funciones vitales es de gran importancia para comprender la anatomía humana.

La Fisiología como ciencia no se limita a estudiar aisladamente las funciones de los diferentes órganos y sistemas que constituyen el organismo humano; sino que considera el funcionamiento del organismo como una totalidad que permite mantener el equilibrio del medio interno.

2.2. BIOQUÍMICA

Estudia a los elementos químicos y moléculas presentes en los organismos vivos (bioelementos y biomoléculas, respectivamente), así como también las diversas reacciones químicas que se producen entre ellas. El aporte de la Bioquímica a la medicina es la comprensión completa a nivel molecular de todos los procesos químicos relacionados con las células vivas, tanto en condiciones de salud como de enfermedad.

[1] Sin embargo, lo primordial de la Anatomía no es la disección, sino la conjunción de las partes en un todo capaz de funcionar.

2.3. GENÉTICA

Se encarga de estudiar a los genes, cromosomas y las leyes de la transmisión de las características hereditarias de padres a hijos.

Las técnicas de la Genética molecular permiten a los científicos construir cepas microbianas completamente nuevas, creadas en tubos de ensayo y diseñadas especialmente para satisfacer alguna necesidad humana. Mediante dichos procesos, podemos disponer ahora, por ejemplo, de cepas bacterianas que producen sustancias de mamíferos, como la insulina para el tratamiento de la diabetes, o la hormona del crecimiento para el tratamiento del enanismo hipofisiario. **La Genética resulta esencial para la Medicina, ya que una buena proporción de los problemas de salud tienen una causa genética.**

3 DIVISIÓN DE LA ANATOMÍA

Dependiendo de la posibilidad de visualización directa o no de una estructura del organismo, la Anatomía se divide en:

3.1. ANATOMÍA MICROSCÓPICA

Estudia aquellas estructuras que no se pueden ver a simple vista, debido a su tamaño tan reducido (menos de 100 μm), para lo cual nos valemos de la ayuda de un instrumento óptico llamado microscopio. Comprende dos ramas:

3.1.1. Citología

Es una rama de la Anatomía que se encarga del estudio de las células. Una célula es definida como la unidad viva, estructural, funcional y básica de todo ser vivo.

Los procesos normalmente asociados con las actividades diarias de los organismos, tales como la ingestión, digestión, absorción, eliminación de desechos, el movimiento, la reproducción e incluso la muerte, reflejan procesos similares que ocurren dentro de cada uno de los billones de células que constituyen el cuerpo humano.

3.1.2. Histología

Se encarga del estudio de los tejidos. Un tejido es una agrupación de células especializadas para efectuar una determinada función. Si bien con frecuencia se dice que la célula es la unidad funcional del organismo, en realidad son los tejidos los que mantienen el funcionamiento del cuerpo, gracias al esfuerzo colectivo de sus células individuales.

3.2. ANATOMÍA MACROSCÓPICA

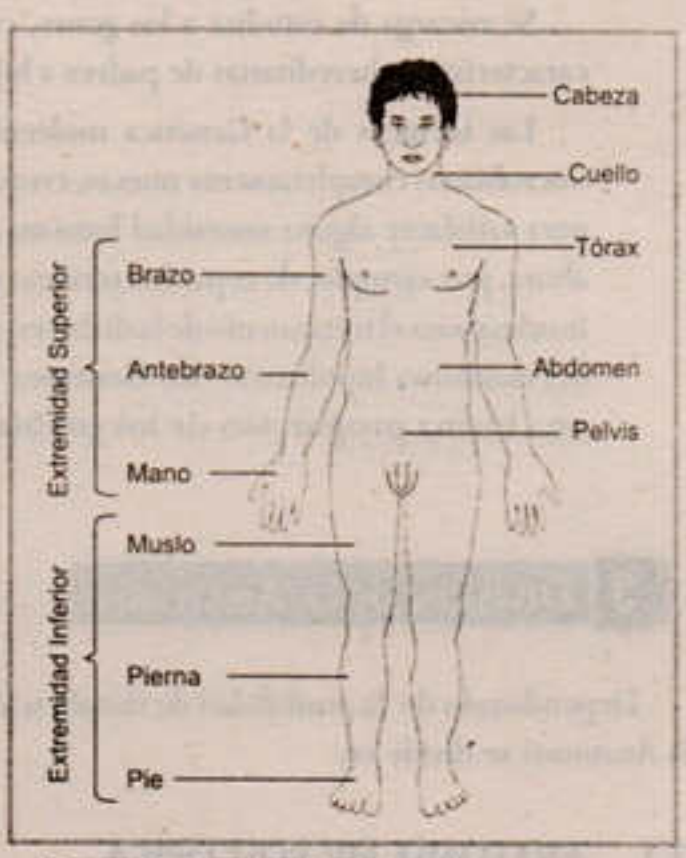
Estudia a todas aquellas estructuras que se pueden examinar a simple vista; comprende:

3.2.1. Anatomía sistémica (descriptiva)

Estudia las diversas estructuras del organismo, dividiéndolo por sistemas. Ejemplo: sistema digestivo, sistema respiratorio, sistema nervioso, sistema endocrino.

3.2.2. Anatomía topográfica (regional)

Es aquella que estudia al cuerpo humano, dividiéndolo por regiones o segmentos: cabeza, cuello, tórax, abdomen, pelvis, miembros superiores y miembros inferiores.



Esquema que muestra las regiones del cuerpo humano

3.3. EMBRIOLOGÍA

Se encarga de estudiar la formación, crecimiento y desarrollo prenatal del ser humano, que abarca, desde la fecundación hasta el nacimiento. Forma parte de la Anatomía del Desarrollo.

La evolución que sufre el huevo o cigote hasta transformarse en embrión y luego en feto se lleva a cabo en el útero y se llama gestación. La gestación dura aproximadamente 280 días, contando a partir del inicio del último período menstrual.

La embriología aporta a la Anatomía y explica como se desarrollan las estructuras normales y anormales del embrión y feto. Asimismo, nos permite conocer las causas de las anomalías congénitas.

3.4. ANATOMÍA PATOLÓGICA

Es una anatomía especial, que estudia las alteraciones, tanto macroscópicas, como microscópicas, que producen las diversas enfermedades en órganos específicos del cuerpo humano. Ejemplo: tuberculosis en pulmón, cirrosis en hígado, diabetes en riñón, etc.

3.5. ANATOMÍA RADIOLÓGICA

Se encarga del estudio de la estructura del cuerpo con ayuda de los rayos X.[2]

Una radiografía es una técnica de imagen médica, en la cual un solo haz de rayos X atraviesa el cuerpo del paciente y produce una imagen bidimensional de su interior. Actualmente, existen técnicas modernas de imagen médica, tal es el caso, de la resonancia magnética (RM), la cual mide la respuesta de los protones a un impulso de ondas de radio mientras están siendo magnetizados. La imagen que se obtiene es en color azul, y bi o tridimensional de la química celular.

La resonancia magnética es una técnica de imagenimédica que permite a los médicos escudriñar en el interior del cuerpo y diagnosticar la anatomía anormal y las desviaciones de la fisiología normal.

4 NIVELES DE ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL

Las estructuras del cuerpo se van agrupando en forma armónica de tal manera que determinan niveles de complejidad llamados niveles de organización estructural.

El nivel inferior de organización es el **Nivel Químico**, que comprende a todos los átomos y moléculas esenciales para el mantenimiento de la vida. Los átomos se combinan formando moléculas. Algunos ejemplos de moléculas son las proteínas, los carbohidratos, las grasas y las vitaminas.

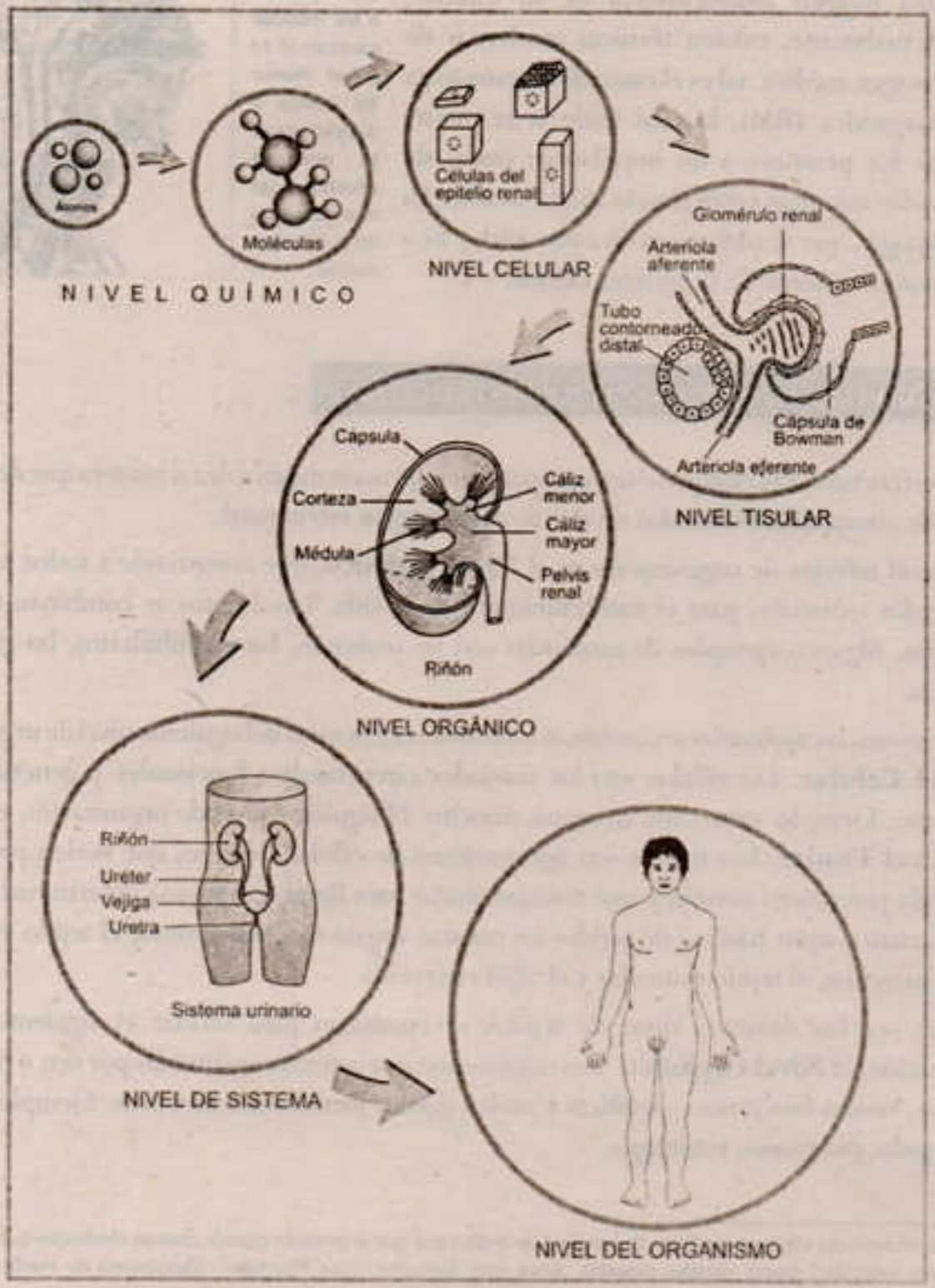
Asimismo, las moléculas se combinan formando estructuras del siguiente nivel de organización: el **Nivel Celular**. Las células son las unidades estructurales, funcionales y genéticas de un organismo. Ejemplo: eritrocito, neurona, miocito. El siguiente nivel de organización estructural es el **Nivel Tisular**. Los tejidos son agrupaciones de células similares que suelen proceder de una célula precursora común y que trabajan juntas para llevar a cabo una determinada función. Existen cuatro tipos básicos de tejidos en nuestro organismo, tales como, el tejido epitelial, el tejido conectivo, el tejido muscular y el tejido nervioso.

A su vez los distintos tipos de tejidos se combinan para formar el siguiente nivel de organización: el **Nivel Orgánico**. Los órganos son estructuras constituidas por dos o más tejidos distintos, tienen funciones específicas y suelen poseer formas características. Ejemplo: corazón, piel, hígado, pulmones, estómago.

---

[2] "Son vibraciones electromagnéticas de longitud de onda corta que se produce cuando chocan electrones que se desplazan a gran velocidad contra metales pesados. antes eran llamados rayos Roentgen". *Diccionario de medicina*. Dorland. Volumen II. Pág. 1643.

El siguiente nivel de organización estructural del organismo es el **Nivel de Sistemas o Aparatos**. En el presente texto, utilizaremos el término sistema en vez de aparato, ya que este último otorga al organismo una visión mecanicista, en la cual un aparato es considerado como la suma de sus partes. En cambio, un sistema no sólo es la suma de órganos sino la interrelación existente entre ellos.



Niveles de organización estructural del cuerpo humano

Un sistema está constituido por varios órganos que se encuentran íntimamente relacionados y que tienen una función común. Ejemplo: sistema nervioso, sistema endocrino, sistema cardiovascular, sistema digestivo.

El nivel superior es el **Nivel del Organismo**. Está formado por la reunión de todos los sistemas, lo cual constituye al ser humano como un todo.

5 TERMINOLOGÍA ANATÓMICA DESCRIPTIVA

5.1. LA POSICIÓN ANATÓMICA

Todas las descripciones en Anatomía se hacen en relación con la llamada "posición anatómica", posición convencional en la cual el cuerpo está erguido, con la mirada y la punta de los pies dirigidos hacia adelante, con los miembros superiores extendidos a ambos lados, y con la palma de las manos hacia adelante. La posición anatómica permite que los términos referidos a una dirección resulten claros y que cualquier parte o región pueda ser descrita en relación a las demás. (Ver gráfico de la pág. 43)

5.2. TÉRMINOS DE ORIENTACIÓN

Con el fin de explicar de modo exacto en donde están ubicadas diversas estructuras corporales en relación a otras, los anatomistas recurren a ciertos *términos de orientación*. Estos términos son precisos y evitan el uso de palabras inapropiadas.

El término **superior, cefálico** o **craneal**, significa hacia arriba o hacia la cabeza, ejemplo: el corazón está en posición superior al estómago. **Inferior** o **caudal**, significa hacia abajo o hacia los pies, ejemplo: la vejiga está en posición inferior a los riñones. El término **anterior** o **ventral**, significa, cerca o enfrente del cuerpo o sobre éste. Ejemplo: El esternón está en posición anterior al corazón. **Posterior o dorsal**, significa cerca o en la espalda del cuerpo, ejemplo: el esófago está en posición posterior a la tráquea. El término **interno** o **medial**, significa cerca de la línea media del cuerpo, ejemplo: el cúbito está en posición interna al antebrazo. **Lateral**, significa más lejos de la línea media del cuerpo, ejemplo: los pulmones están en posición lateral al corazón. El término proximal, significa cerca del lugar de origen o lugar de inserción, ejemplo: el fémur es proximal en relación a la tibia. **Distal**, significa más lejos del origen o inserción, ejemplo: la rótula es distal al coxal.

5.3. PLANOS ANATÓMICOS

Para una mejor ubicación y descripción de las diversas estructuras que hay en el organismo se utilizan planos anatómicos, los cuales están demarcados por líneas imaginarias.

5.3.1. Plano medio (Sagital)

Es aquel plano vertical imaginario que pasa a través del cuerpo y lo divide en dos mitades: derecha e izquierda. El término **interno (medial)**, significa más próximo al plano medio, y el término **externo (lateral)**, más lejos del plano medio. Algunas veces se hace mención al plano parasagital, este es paralelo al plano medio o sagital.

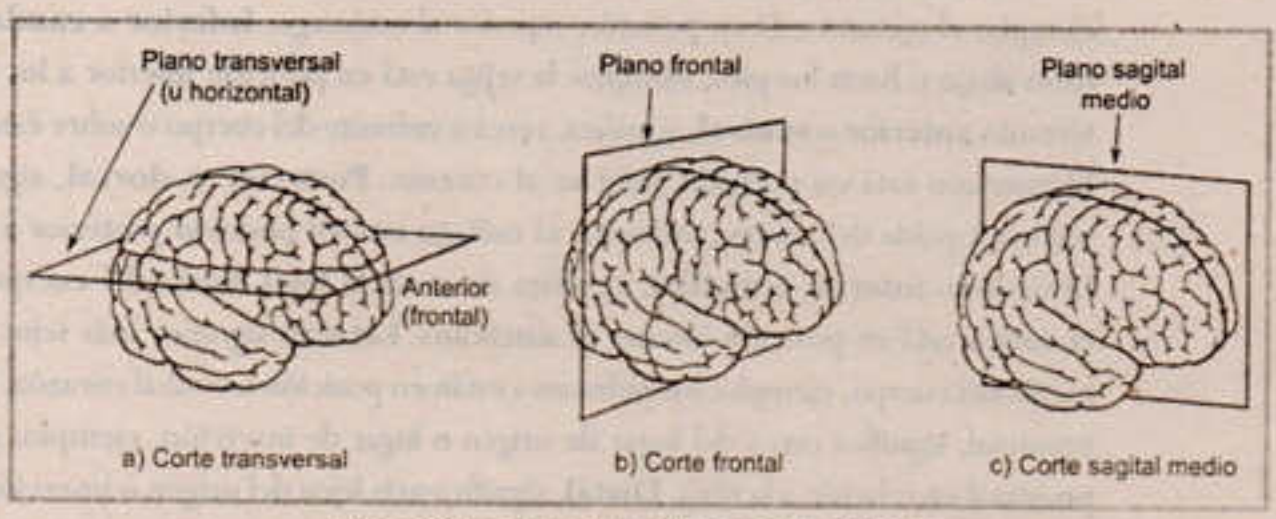
5.3.2. Plano frontal o coronal

Es aquel plano que atraviesa el cuerpo y lo divide en dos partes: una anterior y otra posterior. El término **anterior** o **ventral**, significa más próximo al frente del cuerpo; **posterior** o **dorsal**, significa más cercano a la espalda o dorso.

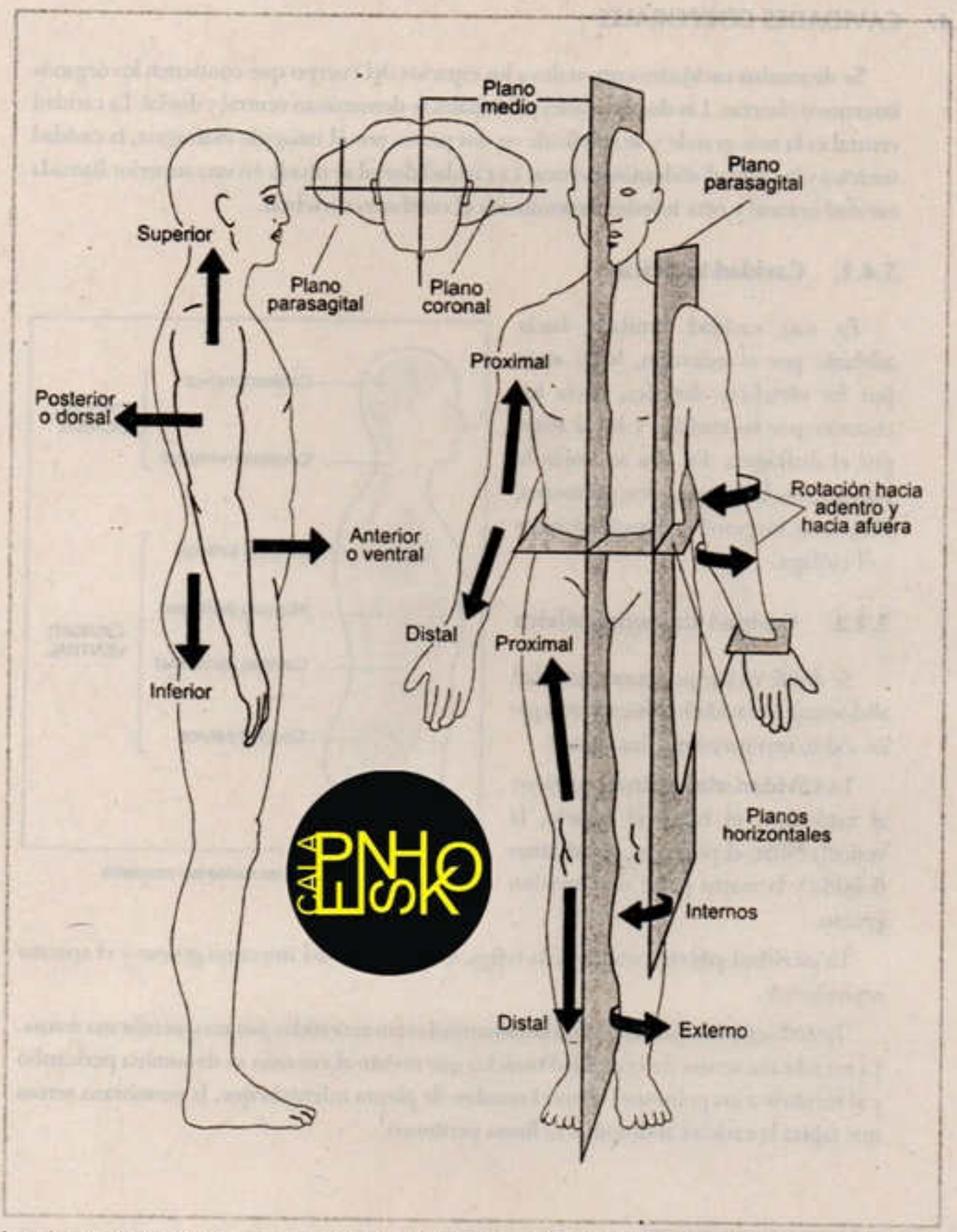
5.3.3. Plano horizontal

Llamado también transversal, divide al cuerpo en una parte superior y otra inferior. A veces se dice **craneal** o **cefálico** en vez de superior y **caudal** en vez de inferior.

Cuando se estudia una región del organismo a menudo se ofrece la visión de un corte del mismo, lo cual significa que se ve una superficie plana de una estructura que, en realidad, es tridimensional. Es importante saber el plano de corte para poder comprender la relación anatómica existente entre una parte y las restantes.



Planos y cortes a través de las diferentes partes del cerebro



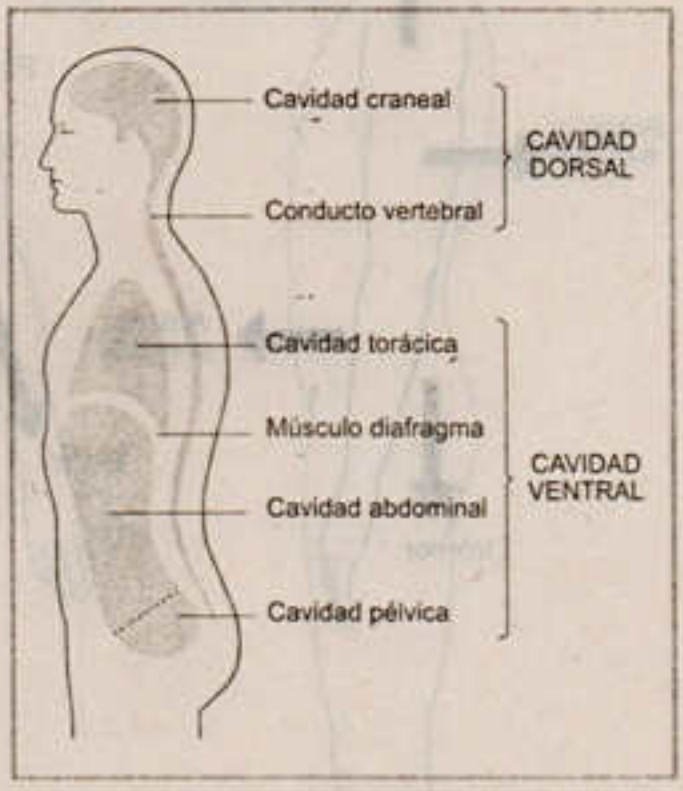
Los planos anatómicos. Esquema que muestra los principales términos de posición y dirección, y los principales planos del cuerpo

5.4. CAVIDADES CORPORALES

Se denomina cavidades corporales a los espacios del cuerpo que contienen los órganos internos o vísceras. Las dos cavidades principales se denominan ventral y dorsal. La cavidad ventral es la más grande y se subdivide en dos partes por el músculo diafragma, la cavidad torácica y la cavidad abdominopélvica. La cavidad dorsal se divide en una superior llamada cavidad craneal y otra inferior denominada el conducto vertebral.

5.4.1. Cavidad torácica

Es una cavidad limitada hacia adelante por el esternón, hacia atrás por las vértebras dorsales, hacia los costados por las costillas y hacia abajo por el diafragma. En ella se alojan la tráquea, los bronquios, los pulmones, el corazón, los grandes vasos sanguíneos y el esófago.



Localización de las cavidades corporales

5.4.2. Cavidad abdominopélvica

Se divide en dos porciones (cavidad abdominal y cavidad pélvica), aunque no existe una pared que los separe.

La **cavidad abdominal**, contiene el estómago, el bazo, el hígado, la vesícula biliar, el páncreas, el intestino delgado y la mayor parte del intestino grueso.

La **cavidad pélvica** contiene la vejiga, una porción del intestino grueso y el aparato reproductor.

Tanto la cavidad torácica como la abdominal están revestidas por una membrana serosa. La membrana serosa de la cavidad torácica que reviste al corazón se denomina pericardio y al recubrir a los pulmones toma el nombre de pleura mientras que, la membrana serosa que tapiza la cavidad abdominal se llama peritoneo[3].

[3] "La inflamación del peritoneo, caracterizado por una exudación de suero, fibrina, células y pus hacia el peritoneo, recibe el nombre de peritonitis. Se acompaña de dolor espontáneo y a la palpación del abdómen; estreñimiento, vómitos y fiebre moderada". *Diccionario de medicina*. Dorland. Volumen II. Pág. 1455.

5.4.3. Cavidad craneal

Está formada por los huesos del cráneo. Contiene a los órganos del sistema nervioso central que conforman el encéfalo (cerebro, cerebelo y tronco encefálico).

5.4.4. Conducto vertebral

También se le denomina conducto raquídeo. Está formado por las vértebras de la columna vertebral. Contiene a la médula espinal y a las raíces de los nervios raquídeos o espinales.

6 HOMEOSTASIS U HOMEOSTASIA

La homeostasis se define como la **propiedad que posee el *medio interno* para mantener constantes y estables las características vitales del organismo**, como por ejemplo: temperatura, presión arterial, pH de los fluidos, aporte de nutrientes a la célula, agua corporal, etc.

El término **medio interno** fue propuesto por el sabio francés Claudio Bernard y constituye uno de los principales aportes al desarrollo de la fisiología moderna. El medio interno incluye a todos los líquidos orgánicos que rodean a las células y que las ponen en relación con el medio externo; esta masa líquida corresponde al volumen extracelular.

- **Agua Corporal.** El agua constituye el compuesto más abundante en los seres vivos. En el organismo humano, el agua se encuentra distribuida en los denominados compartimientos o espacios corporales (extracelular e intracelular).
- **Agua Corporal Total.** Es el porcentaje de agua que existe en el organismo en relación con el peso corporal total del individuo.

El peso corporal (PC) de un adulto normal está distribuido de la siguiente manera:

15% es grasa, 25% son sólidos y el 60% corresponde al agua. Por ejemplo, si un adulto normal pesa 70 kg, entonces tendrá: 60% (70 kg)=42 litros de agua corporal total.

El agua corporal total varía con la edad, el sexo y el contenido de grasa en el cuerpo.

- A medida que aumenta la edad, el porcentaje de agua corporal total disminuye.
- El tejido adiposo se encuentra casi por completo libre de agua. Por ejemplo, si comparamos una persona obesa con otra delgada, comprobaremos que el obeso tiene una proporción de agua corporal menor que el delgado. Por lo tanto, ante situaciones de estrés, que

implican deshidratación, las personas delgadas tienen mayores reservas de agua corporal en comparación con los obesos. De ahí que, los sujetos delgados son más resistentes al estrés que los obesos.

El varón normal posee un contenido hídrico algo mayor que la mujer pues, entre otros factores, la mujer posee una mayor cantidad de grasa corporal y, como se ha explicado anteriormente, la grasa desplaza al contenido de agua del cuerpo.

6.1. DISTRIBUCIÓN DE LOS LÍQUIDOS CORPORALES

6.1.1. Líquido Extracelular

Es aquel que se encuentra fuera de las células. Protege a nuestras células del medio externo y las pone en contacto con él. A este líquido también se le llama **medio interno**. Está compuesto en su mayor parte por gases, nutrientes y partículas químicas con cargas eléctricas (iones).

Éste líquido representa aproximadamente el 20% del peso corporal, y se distribuye de la siguiente manera:

A. Líquido intersticial, intercelular o tisular

Es el líquido que llena los espacios microscópicos que hay entre célula y célula (espacios intercelulares). Corresponde a la masa líquida que se encuentra a la vez fuera de la célula y fuera del espacio vascular. Está limitado, por un lado, por la pared del vaso sanguíneo, y por el otro, por la membrana celular. Representa el 15% del peso corporal.

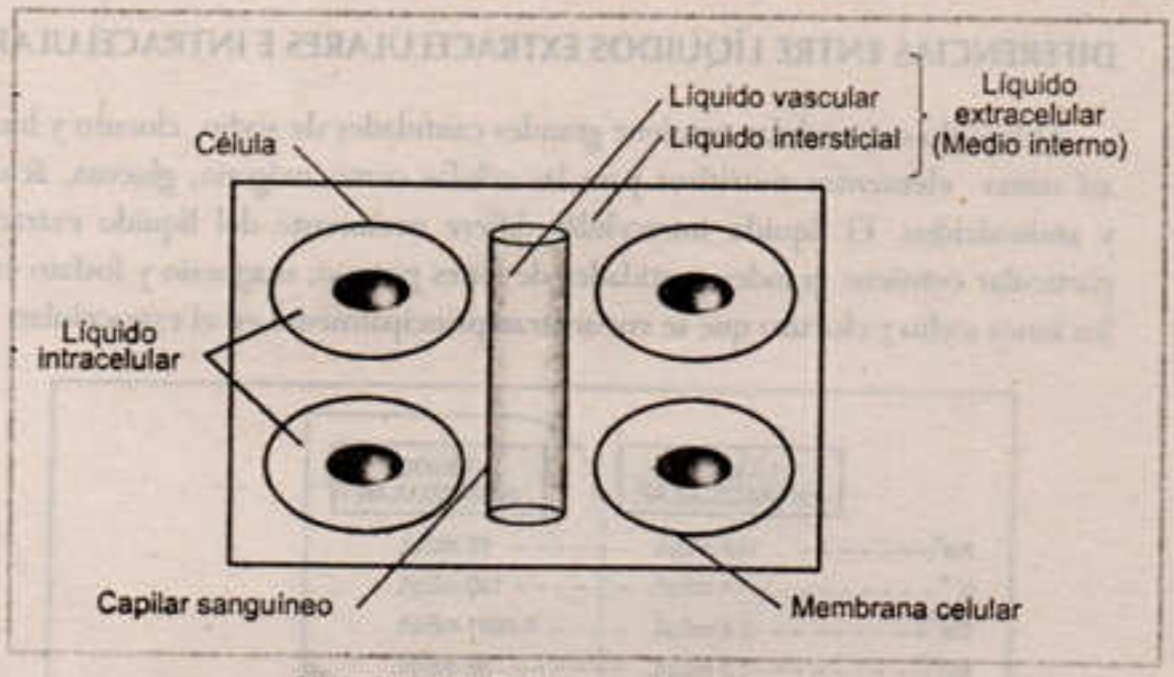
El líquido intersticial, primordialmente, pone en contacto el líquido intracelular con el vascular.

B. Líquido intravascular

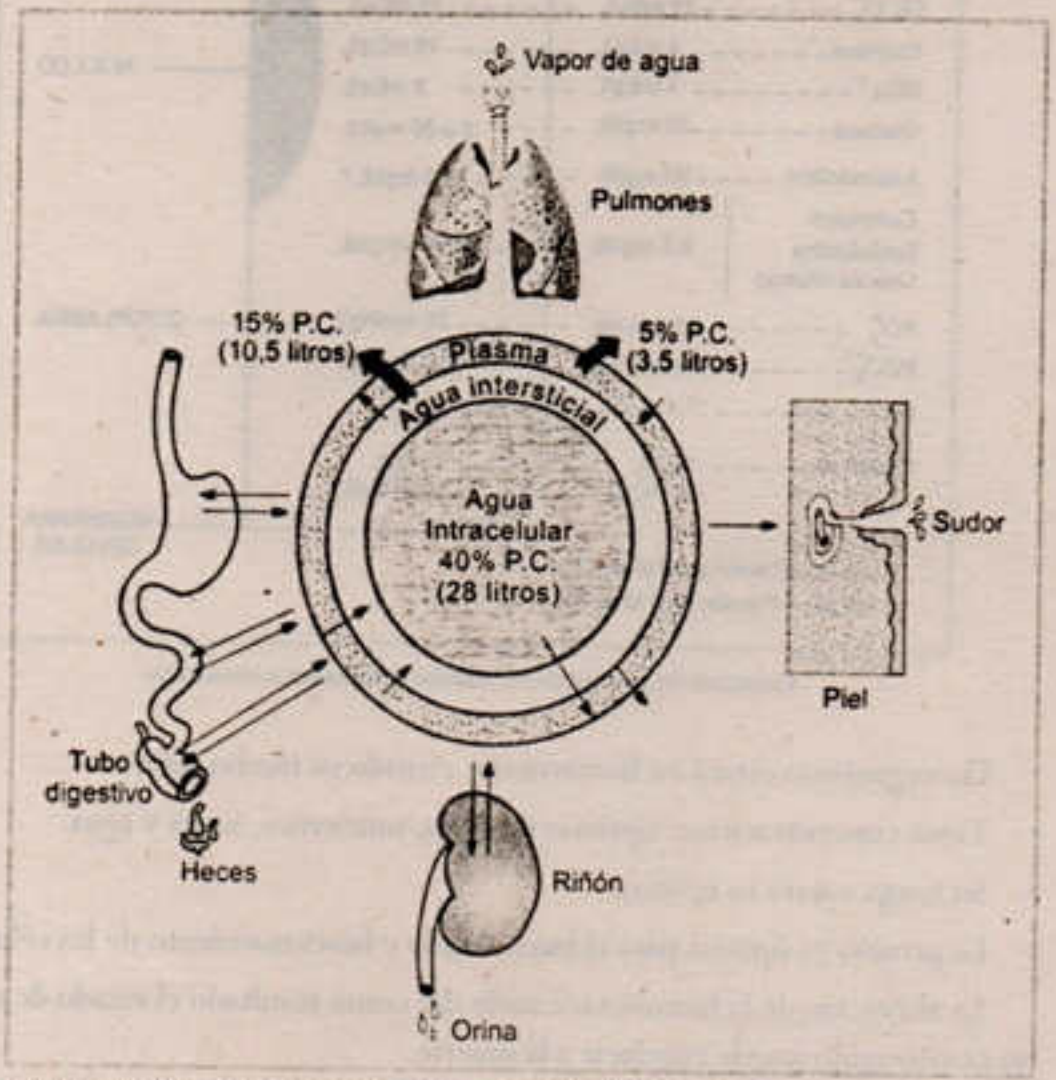
Es el líquido presente en los vasos sanguíneos, es decir, corresponde al plasma, este circula normalmente por todo el cuerpo, y, por lo tanto, puede actuar como transportador de grandes volúmenes de agua y solutos en el líquido extracelular. El líquido intravascular **representa el 5% del peso corporal**.

6.1.2. Líquido Intracelular

Es aquel líquido que se encuentra en el interior de todas las células del organismo, constituyendo **aproximadamente el 40% del peso corporal**.



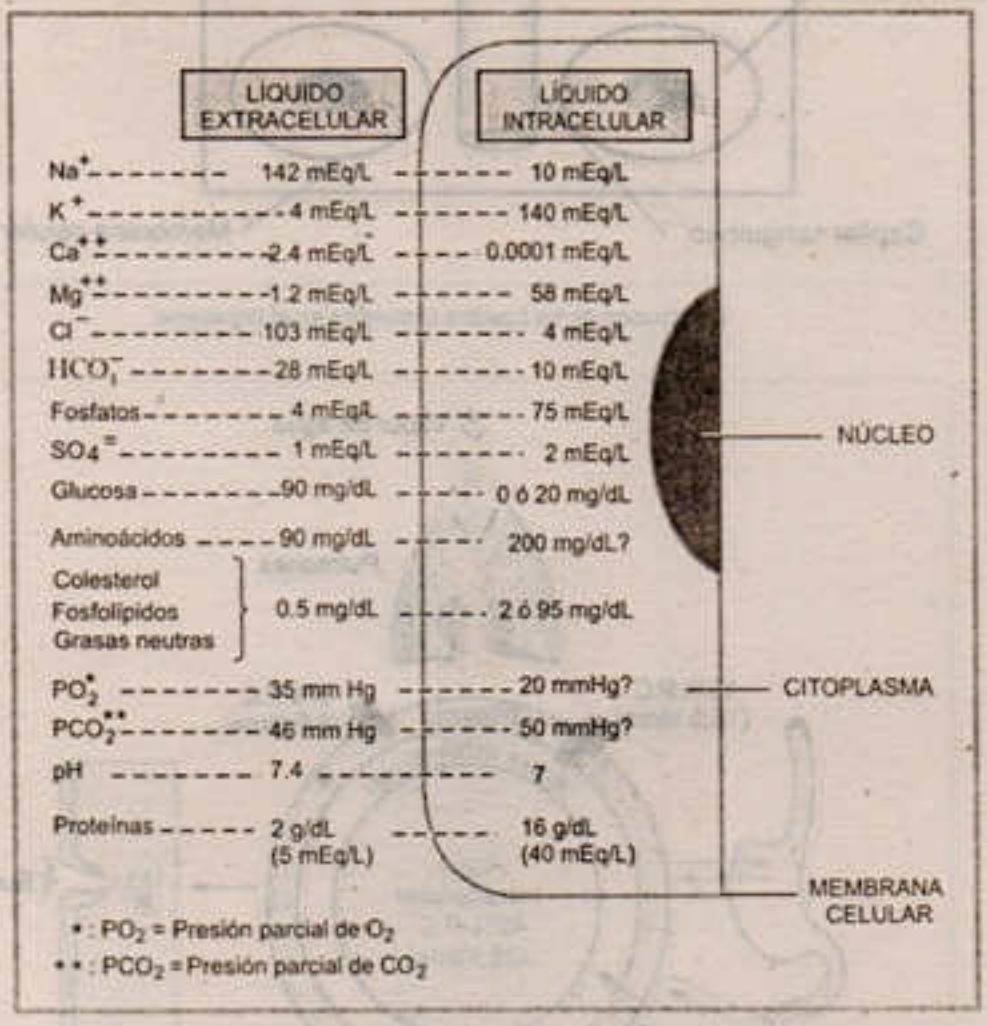
Distribución de los líquidos corporales en el organismo



Esquema que muestra los compartimentos en que se halla distribuida el agua del organismo y sus relaciones con las vías de ingestión y eliminación.

6.2. DIFERENCIAS ENTRE LÍQUIDOS EXTRACELULARES E INTRACELULARES

El líquido extracelular contiene grandes cantidades de sodio, cloruro y bicarbonato, así como elementos nutritivos para las células como oxígeno, glucosa, ácidos grasos y aminoácidos. El líquido intracelular difiere netamente del líquido extracelular, en particular contiene grandes cantidades de iones potasio, magnesio y fosfato en lugar de los iones sodio y cloruro que se encuentran principalmente en el extracelular.



Composición química de los líquidos extracelular e intracelular.

Un organismo estará en homeostasis, cuando su medio interno:

- Tiene concentraciones óptimas de gases, nutrientes, iones y agua.
- Su temperatura es óptima.
- La presión es óptima para el buen estado y funcionamiento de las células.

La alteración de la homeostasis suele dar como resultado el estado de enfermedad y si no es corregido puede conducir a la muerte.

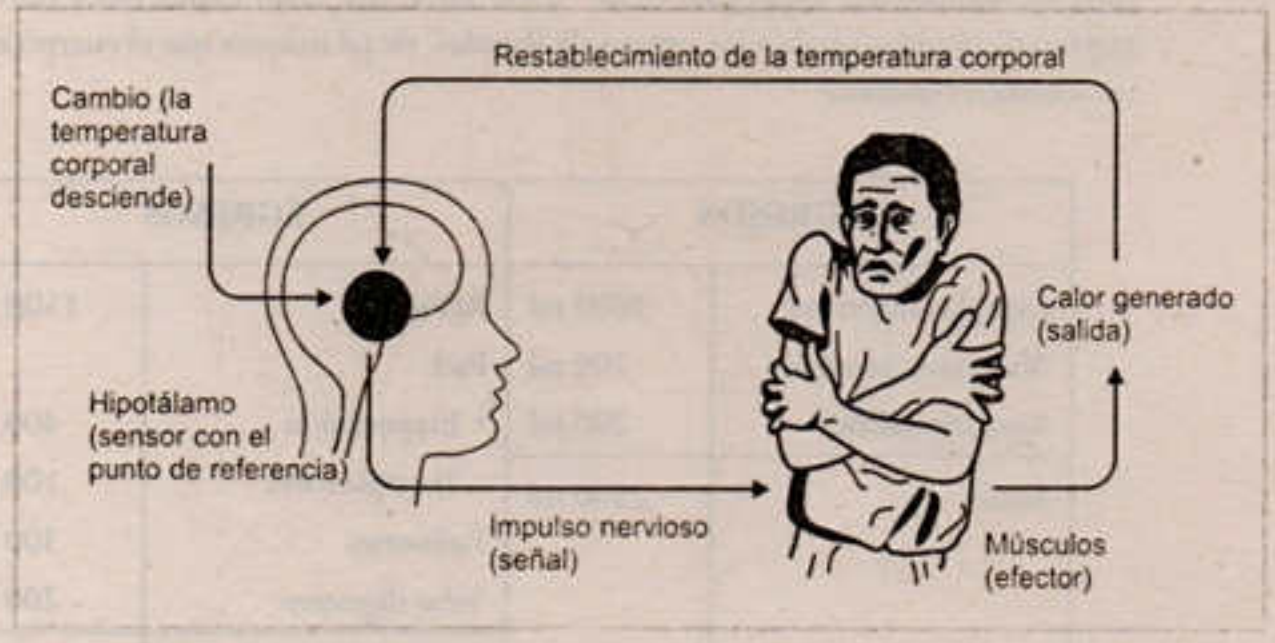
En realidad, el medio interno se encuentra en incesante cambio. La homeostasis es amenazada de manera continua por los factores **estresantes** que son cambios en el

ambiente interno o externo que afectan las condiciones del organismo. Los mecanismos homeostáticos interactúan continuamente para mantener el ambiente interno dentro de los estrechos límites fisiológicos que permiten la vida. Todos los aparatos y sistemas participan en estos mecanismos reguladores, pero la mayor parte de ellos son controlados por los sistemas nervioso y endocrino.

6.3. REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL

Otro de los mecanismos homeostáticos es la regulación de la temperatura corporal la cual es realizada por neuronas hipotalámicas.

Para el mantenimiento de nuestro cuerpo a una temperatura de 37 °C, con variación de un grado, el punto de referencia lo establecen las neuronas del hipotálamo[4]. Otras neuronas del hipotálamo, del abdomen, de la médula espinal y de las venas principales actúan como sensores para la temperatura corporal y transmiten esta información hacia el hipotálamo. Cuando nuestra temperatura corporal desciende, el hipotálamo activa diversos mecanismos efectores, incluyendo el temblor (que genera calor mediante la actividad muscular),



La temperatura corporal es detectada en el hipotálamo. Una disminución de la temperatura corporal ocasiona que el hipotalamo envíe una señal a efectores (músculos) los cuales empiezan a temblar. Este temblor genera calor, el cual ayuda a restablecer la temperatura corporal, apagando la señal, y haciendo que cese el temblor.

[4] "El hipotálamo forma parte del diencéfalo (base del cerebro), conformado por un conjunto de núcleos que cumplen funciones importantes en la regulación de la actividad endocrina, también es el centro regulador de funciones metabólicas, e instintivas, asimismo interviene en la liberación de hormonas hipofisiarias". *Anatomía humana*. Latarjet - Ruiz Liard. Volumen I. Pág. 207.

la disminución del aporte sanguíneo a la piel (que disminuye la pérdida de calor) y una elevación de la tasa metabólica[5] (que genera calor). Cuando se restablece la temperatura corporal, el hipotálamo apaga estos mecanismos de control de la temperatura.

6.4. BALANCE HÍDRICO

El manejo de los líquidos corporales en el interior del cuerpo es otro de los mecanismos homeostáticos de regulación corporal.

La principal fuente de los líquidos corporales es el agua que se deriva de los líquidos (1600 ml) y alimentos ingeridos (700 ml), que se absorben del tubo digestivo. La cantidad de líquido, denominada **agua preformada**, es de 2300 ml al día. Otra fuente de líquidos es el **agua metabólica**, que se produce a través del catabolismo, la cantidad que se forma es de 200 ml al día. De este modo, el ingreso total de líquidos al organismo, en promedio, es de 2500 ml/24 h.

Existen varias vías para la excreción de líquidos. Diariamente, los riñones en promedio pierden casi 1500 ml, la piel cerca de 500 ml (400 ml por evaporación y 100 ml a través de la transpiración), los pulmones cerca de 300 ml el tubo digestivo casi 200 ml. El egreso total de líquidos del organismo es de 2500 ml al día. Bajo condiciones normales, el ingreso de líquidos iguala a los egresos de líquidos, de tal manera que el cuerpo mantiene un volumen constante.

INGRESOS		EGRESOS	
Líquidos ingeridos	1600 ml	Riñones	1500 ml
Alimentos ingeridos	700 ml	Piel	
Agua metabólica	200 ml	• Evaporación	400 ml
Total	2500 ml	• Transpiración	100 ml
		Pulmones	300 ml
		Tubo digestivo	200 ml
		Total	2500 ml

Ingresos y egresos de líquidos por día bajo condiciones normales.

[5] "El metabolismo es la suma de todos los procesos químicos que hay en el organismo. Incluye el catabolismo que proporciona la energía necesaria, mediante la degradación de grandes moléculas. La segunda fase llamada anabolismo, utiliza la energía proveniente del catabolismo para construir los componentes del cuerpo". *Principios de la Anatomía y Fisiología*. Tortora Grabowsky. Pág 6.

Lectura 1

La autopsia en la práctica médica

Dr. Alfonso Chang Kooseng
Anatomopatólogo del Instituto de Enfermedades Neoplásicas (INEN).
Profesor de Patología de la UNMSM

La autopsia ha constituido desde tiempo inmemorial un elemento fundamental de la práctica hospitalaria, epílogo en la atención del enfermo hospitalizado terminal, muchas veces esperada con expectativa, ayudando a aclarar situaciones clínicas confusas. Andrés Vesalius, a mediados del siglo XVI, representa el inicio del estudio anatómico del cuerpo humano. En nuestro medio, las primeras disecciones en el cadáver se realizaron en el Anfiteatro de San Andrés a mediados del siglo XVIII, considerándolo Unanue la base de la medicina. La autopsia constituía una fuente inagotable de conocimiento médico y de enseñanza en el pre y post-grado, y a la que los médicos solían asistir con suma reverencia. El anatomopatólogo se constituía en la figura principal de este acto trascendental, exponiendo cual caja de pandora hallazgos sumamente valiosos que luego eran completados con el estudio microscópico y que con la redacción de la correlación clínico patológica completaba el protocolo de autopsia, documento que cerraba la historia clínica.

La autopsia siempre ha sido considerada elemento fundamental en la formación del anatomopatólogo y de suma utilidad para el resto de profesionales médicos, lamentablemente, en estas últimas décadas ha disminuido enormemente el interés por ella, por motivos diversos no siempre justificados, siendo un fenómeno observado en todas las latitudes. Somos testigos de todos los cambios que se han operado tanto en el conocimiento como en la práctica de la medicina. Se han desarrollado nuevos procedimientos diagnósticos con tecnologías cada vez más sofisticadas que han conducido a una mejora sustancial en el diagnóstico clínico, que ha llevado a su vez a suponer que es innecesario el estudio post morten, que aportaría poco al conocimiento del caso.

El campo de actividad del anatomopatólogo se ha visto enriquecido con procedimientos diagnósticos que han adquirido considerable desarrollo tales como la citopatología, la microscopía electrónica, la biopsia por congelación, y al que se han agregado procedimientos como la inmunohistoquímica, la citometría de flujo, la citogenética, que en muchos casos, obligan a la superespecialización. No obstante, la autopsia debe mantener su sitial y el interés sobre todo del patólogo en etapa de formación, ya que es la que ha de proporcionarle la base doctrinaria y su sólida formación patológica.

La autopsia es un procedimiento laborioso y costoso para una institución, por lo que exige que su realización sea la adecuada que justifique todo el esfuerzo que demanda, asimismo el patólogo debe tomar conciencia de su importancia y no considerarla un procedimiento rutinario.

Probablemente como reflejo de lo que sucede en la práctica hospitalaria, los médicos en general, con pocas excepciones, han perdido interés en la realización de la autopsia y no colaboran con los laboratorios de patología para su realización, y así es preocupante escuchar que aún en nuestros

hospitales considerados "docentes", sólo ocasionalmente se hacen autopsias, ni que decir de los demás centros hospitalarios públicos o privados.

La autopsia es considerada uno de los procedimientos básicos de la auditoria interna y la fiscalización del acto médico que debe realizarse en todo centro hospitalario, ya que contribuye a mantener la calidad de atención médica, así está dispuesto por organismos internacionales. La autopsia médico legal es capítulo aparte, pero debe ser realizada bajo los mismos lineamientos generales y consecuentemente por médicos patólogos forenses. Es alentador ver la inclusión de la patología de la autopsia en la reciente currícula de formación del médico legista. Por otro lado, la autopsia médico legal debe formar parte en la formación general del anatomopatólogo.

Se considera la autopsia necesaria para adquirir mayor conocimiento de las enfermedades conocidas como de las nuevas enfermedades que surgen y que beneficie al mejor cuidado de los pacientes. Es fuente de órganos para transplante, inmenso recurso de datos estadísticos, fuente inagotable para la educación médica tanto en el pre grado como en el post grado. Proveedora de material para investigación. En los pacientes con cáncer, sirve para documentar la extensión y compromiso real de la enfermedad, documentar la efectividad real de la terapeútica o conocer la causa de su fracaso. Sirve para esclarecer la causa de muerte súbita en niños y adultos, cuando es intrahospitalaria, ya que la muerte súbita extrahospitalaria pertenece al campo médico legal.

En la publicación "Reivindicando la Autopsia?" del boletín del Instituto de Enfermedades Neoplásicas del año 1993, hacía referencia a un estudio realizado por L. Goldman y col. de la Escuela Médica de Harvard en 100 autopsias consecutivas practicadas en tres décadas diferentes, los años '60, '70 y '80 en el Hospital Peter Bent Brigham de Boston. Sus hallazgos fueron que durante las tres décadas 8, 12 y 11% de autopsias revelaron diagnósticos que de haber sido hechos en vida hubiesen significado una terapia diferente y por ende la posibilidad de una mayor sobrevida o curación del paciente. El 12% mostró una omisión diagnóstica importante, no obstante contar ya en la década del '80 con medios diagnósticos avanzados como la tomografía axial computarizada, procedimientos endoscópicos sofisticados.

En el Instituto de Enfermedades Neoplásicas realizamos un promedio mensual de 20% de autopsias de los pacientes hospitalizados fallecidos, cifra que es considerada baja, teniendo como uno de los mayores impedimentos para su realización la falta de pruebas inmunológicas de HIV y AgHB realizadas en forma oportuna ya que son requisito indispensable porque su carencia obliga a adoptar medidas de protección que hacen el procedimiento más oneroso. Otro de los impedimentos frecuentes es la negativa de los familiares directos a autorizar el procedimiento, requisito indispensable, muchas veces alentados por los mismos profesionales premunidos de prejuicios anacrónicos o de un juicio inexacto sobre la importancia de la autopsia. La Ley de Salud no contempla la obligatoriedad de la autopsia, y está en manos de los médicos el que este procedimiento sea el más requerido.

Fuente: *Anales de la Facultad de Medicina UNMSM*
Volumen 58 # 4. 1997. Pág. 275-276

Lectura 2

Diarrea aguda

Definición

Para algunas personas no está muy claro el concepto de diarrea. Aunque ésta por sí sola no es una enfermedad, puede ser la manifestación de algún tipo de desorden que no ha sido descubierto. Este síntoma, tan frecuente en los niños, especialmente en los lactantes, es un trastorno en la frecuencia y consistencia de las deposiciones, con un aumento del número diario y una tendencia a la disminución de su consistencia, en la cual, hay excesiva pérdida de agua y minerales que de no ser sustituidos en forma oportuna, pueden llevar con rapidez a deshidratación.

Causas y formas de transmisión de la diarrea

Desde el punto de vista de las causas de la diarrea, ésta es considerada multifactorial. Casi todo el mundo ha presentado diarrea una vez en la vida, que usualmente dura uno o dos días sin presentar complicaciones, esto implica que 80% de los casos mejoran sin necesidad de tomar medicamentos.

Lo anterior es debido a que la principal causa de la enfermedad es por virus, los cuales invaden el intestino produciéndole irritación e inflamación. Además, estos virus, estimulan a las células que tapizan el intestino a producir líquidos y el incremento de líquido, hace que aumente la peristalsis (contracciones ondulantes del intestino). Esto produce en el paciente cierto tipo de síntomas como calambres abdominales o dolor de estómago tipo cólico, que va y viene y deposiciones líquidas que aumentan en frecuencia.

Existen muchos microorganismos diferentes a los virus causantes de diarrea, como son algunas bacterias, hongos y parásitos. La forma de adquirir la infección es por medio de contacto personal y con niños principalmente, ya que ellos con frecuencia no realizan un buen aseo de las manos después de ir al baño o por la ingesta de agua o de alimentos contaminados.

Manifestaciones y síntomas que pueden acompañar la enfermedad

La diarrea líquida con gas y dolor alrededor del ano sugiere infección viral. En otras ocasiones, la presencia de moco o sangre son manifestaciones de infección por bacterias o por amebas, las cuales necesitan manejo con antibióticos, por lo que se debe consultar al médico.

Hay varios síntomas que pueden acompañar la diarrea, a parte del dolor abdominal (dolor de estómago), entre los cuales están, pérdida del apetito, vómito, dolor en la boca del estómago, fiebre, dolor de cabeza y el más importante a tener en cuenta, la deshidratación. Esta última se manifiesta por sed, sequedad de la boca, llanto sin lágrimas y disminución de la orina. Hay casos extremos en los que se presenta piel seca que no despega cuando es pellizcada en forma suave (signo del pliegue) y postración, signos que son muy importantes de tener en cuenta en pacientes menores de 3 meses, ya que éstos se deshidratan en forma muy rápida. De esta forma es como la deshidratación se convierte en el principal objetivo desde el punto de vista del tratamiento.

¿Cómo diagnosticar y manejar la enfermedad diarreica?

La mayoría de las diarreas pueden ser manejadas por el mismo paciente con un buen soporte de líquidos y una dieta adecuada, por lo que no es necesario la toma de exámenes de laboratorio en forma rutinaria. Sin embargo, hay ciertas indicaciones para la toma de éstos, dentro de los cuales el examen de materia fecal o coproscópico es el más importante.

Hidratación por vía oral

Teniendo en cuenta que la causa más frecuente de la diarrea es viral, el paciente no requiere manejo con antibióticos. Lo primero que se debe evitar es que el paciente se vaya a deshidratar debido a la pérdida de agua y minerales.

En primera instancia, niños que están siendo alimentados con leche materna o fórmulas comerciales, no se les deben suspender, ya que la leche materna no crea o exacerba la diarrea. Incluso, una dieta con sóla leche materna y agua sin gas, pueden ayudar a resolver la diarrea más rápido. Sin embargo, han sido reportados casos de alergia a leche materna, pero son muy raros.

En niños mayores de un año, la hidratación debe ser iniciada con suero, pero siempre con gotero o cucharita, para evitar que el paciente vomite si se le da rápido y en grandes cantidades. En la actualidad existen varias soluciones de hidratación por vía oral útiles, que contienen las cantidades de minerales necesarias para el organismo.

– Suero: mezclar ocho cucharaditas de azúcar y una cucharadita de sal en un litro de agua.

– Agua de arroz tostado: como primera medida, tostar el arroz, tomar media taza de éste y poner a hervir con media taza de agua. Una vez que se haya cocinado el arroz, colarlo y dar el agua al niño por cucharaditas. Este es un preparado que es ampliamente usado en varias partes del mundo, con buenos resultados.

– Jugo de guayaba con zanahoria, preferible sin azúcar, porque ésta puede estimular a las células del intestino a excretar más agua. Por esta misma razón debe ser siempre evitada la coca–cola, a diferencia de lo que se cree hasta el momento.

Algunos alimentos como el arroz, la papa, tostadas y los cereales junto con carnes sin grasa o pollo sin piel y algunas frutas como la pera, durazno y manzana (consumo moderado), pueden ser mejor tolerados durante la realimentación del niño.

Por lo anterior, no está contraindicada la ingesta de alimentos, en contraposición a lo que se creía hasta hace poco que se debía dejar descansar al intestino, salvo el consumo de sustancias lácteas o cualquier producto que contenga lactosa, que es un componente de la leche, ya que los virus dañan las paredes del intestino impidiendo una adecuada absorción de lactosa y sacarosa (tipo de azúcar), agua o bebidas con gas, comidas grasosas, productos que contengan cafeína, el té y sustancias con alto contenido de azúcar como coca-cola, como ya se explicó anteriormente.

Uso de antidiarreicos y antibióticos

Los llamados antidiarreicos, son utilizados para disminuir el número de deposiciones. Entre estos se encuentran el conocido Lomotilo, bismuto y kaolín pectina, los cuales deben ser evitados en lo posible, ya que en varios estudios no se ha demostrado su utilidad y sí en algunos casos son perjudiciales, ya que podrían fijar al intestino algunas sustancias tóxicas generadas por bacterias y no permitirían al cuerpo liberarse de estas. Además no mejoran la pérdida de agua y minerales.

Aspectos preventivos

Los primeros pasos para la prevención radican en una buena higiene, que incluye lavado de manos antes y después de entrar al baño y antes de cada comida, limpieza adecuada de los utensilios para cocinar y comer, procurar que los niños no se metan cosas a la boca y evitar el consumo de alimentos contaminados.

En la actualidad es posible prevenir la diarrea por ciertos virus, como el rotavirus, gracias a la administración de una vacuna, cuya efectividad ha sido demostrada en varios continentes. Su administración es recomendada entre los 6 meses y el año de vida. Sin embargo, su uso fue suspendido en forma temporal por los centros de control de enfermedades (CDC, del inglés *Centers for Disease Control*), debido a que se presentaron casos de obstrucción intestinal.

Fuente: www.saludhoy.com/htm/recién/artículos/diarrea1.html

CAPÍTULO

III

Histología

twitter.com/calapenshko

La Histología se encarga de estudiar la microanatomía de las células, los tejidos y los órganos, así como correlacionar la estructura con la función. Para ello, se hace necesario el empleo de un instrumento óptico llamado microscopio, el cual permite amplificar la imagen de una muestra histológica hasta 0,25 micrómetros.

CAPÍTULO

III

Histología

HISTOLOGÍA

Capítulo III

Objetivos

- *Definir un tejido y clasificar los tejidos del organismo.*
- *Describir la estructura, localización y función de los diversos tipos de epitelio.*
- *Comentar sobre las células, sustancia intercelular y las fibras que constituyen los diversos tipos de tejido conectivo.*
- *Comparar los tres tipos de tejido muscular de acuerdo a su estructura, localización y función.*
- *Explicar la estructura y función del tejido nervioso.*

Introducción

Los tejidos son organizaciones de células que se especializan en una o más funciones y que sirven al organismo humano para desarrollar actividades específicas, tales como protección, defensa, sostén, locomoción, secreción, etc. Existen cuatro clases de tejidos básicos: epitelial, conectivo, muscular y nervioso. El tejido epitelial se especializa en transportar sustancias hacia el interior y el exterior de la sangre (absorción y secreción) y en actuar como barrera protectora. Las funciones especiales del tejido conectivo consisten en dar sostén al cuerpo y sus partes, unirlas y conservarlas juntas, transportar sustancias por el cuerpo y protegerlo de los agentes extraños que lo invaden. El tejido muscular se especializa en el movimiento, es decir, mueve al cuerpo y sus partes. El tejido nervioso es el que genera y transmite los impulsos nerviosos que ayudan a coordinar las actividades del organismo. Los tejidos epiteliales proceden de las tres capas germinativas. Los tejidos conectivos y musculares proceden del mesodermo y, el ectodermo da origen al tejido nervioso.

Los distintos tejidos varían en cuanto a volumen, forma y disposición de las células, al igual que la cantidad y la clase de sustancia intercelular. En algunos casi no existe sustancia intercelular y en otros predomina.

1 ¿Qué es un tejido?

Un tejido es una agrupación de células que poseen estructura semejante y cumplen funciones bien definidas. La estructura y propiedad de un tejido determinado dependen de la naturaleza de la sustancia intercelular que rodea a las células de dicho tejido y de las conexiones existentes entre estas células. La ciencia que se ocupa de estudiar la estructura y función de los tejidos corporales es la **Histología**. Los tejidos son importantes para el organismo porque al asociarse entre sí van a formar los órganos, que a su vez se unen para formar los diversos sistemas, permitiendo que el organismo funcione de manera integrada.

2 Componentes de un tejido

2.1. CÉLULAS

Son las unidades anátomo-funcionales que forman a todo ser vivo. Es la unidad anatómica, porque todo ser vivo está formado por una o muchas células, y es la unidad funcional porque permite la autoconservación de la especie y del individuo. Determinan la función del tejido. Normalmente, la mayor parte de las células de los tejidos se mantiene en su sitio, unida a otras células, o membranas basales, o a tejidos conectivos. Algunas células, como los fagocitos (leucocitos y macrófagos) se mueven continuamente por todo el organismo buscando invasores para fagocitarlos.

2.2. SUSTANCIA INTERCELULAR O INTERSTICIAL

Se encuentra localizada entre las células que constituyen un tejido. Puede ser de consistencia líquida, blanda, semisólida o sólida y resistente. Su composición química determina la característica de cada tejido.

3 Clasificación de los tejidos

A pesar de que el cuerpo humano es muy complejo y presenta múltiples tipos de tejidos (aproximadamente 50) a estos se les agrupa de acuerdo a sus características análogas en cuatro tipos de tejidos básicos o fundamentales (según Ramón y Cajal)[1]: epitelial, conectivo o conjuntivo, muscular y nervioso. Cada uno de estos tejidos básicos se define por un conjunto de características morfológicas generales o por distintas propiedades fisiológicas.

[1] Médico español (1852-1934) que compartió con Camilo Golgi el premio nobel de Medicina y Fisiología en 1906. Destaca por sus grandes aportes a la histología. *Diccionario de medicina*. Dorland. Pág. 1625

TEJIDO EPITELIAL (EPITELIO)

Es un tejido constituido por abundantes células poco diferenciadas (poco transformadas), entre las cuales hay escasa sustancia intercelular.

Se forma a partir de las tres capas germinativas que se encuentran en el embrión : ectodermo, mesodermo y endodermo.

1 Funciones

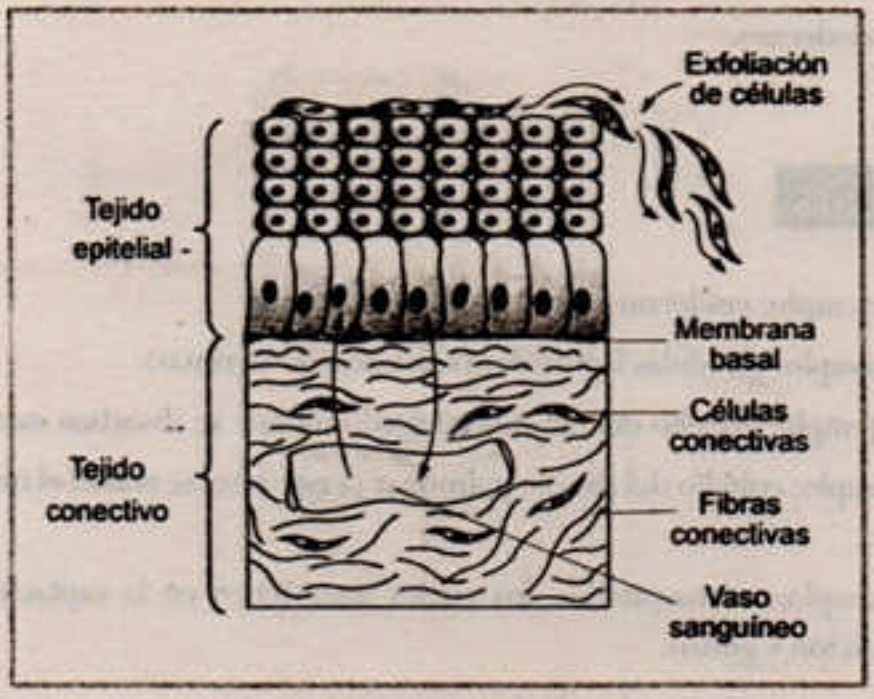
- Protección, ejemplo: epidermis (capa externa de la piel).
- Secreción, ejemplo: glándulas lagrimales (secreción de lágrimas).
- Absorción, ejemplo: epitelio del intestino delgado (donde se absorben sustancias nutritivas).
- Difusión, ejemplo: epitelio del alveolo pulmonar (a este nivel se realiza el intercambio gaseoso o hematosis).
- Sensorial, ejemplo: neuroepitelios, los cuales intervienen en la captación de sensaciones externas (audición y gusto).

2 Características

Presentan células de forma geométrica (plana, cúbica o cilíndrica), las cuales se encuentran íntimamente unidas. En la base de las células epiteliales, se ubica la membrana basal, la cual sirve como base de apoyo para el epitelio, un lugar de unión para sus células, actúa como filtro en los riñones y dirige la migración celular durante el desarrollo y la reparación de los tejidos. Es un tejido avascular, es decir, no posee vasos sanguíneos ni linfáticos. Se nutre por difusión a partir de los vasos sanguíneos del tejido conectivo subyacente. Los nutrientes atraviesan la membrana basal. Están inervados por terminaciones nerviosas libres.

Sus células se renuevan constantemente, gracias a las continuas divisiones mitóticas que realiza, por ejemplo, las células de revestimiento del intestino delgado se renuevan cada 4 - 6 días. Las células epiteliales tienen una superficie apical (libre) expuesta a una cavidad orgánica, que rodea a un órgano interno o al exterior del organismo, y una superficie basal unida a una membrana basal. En los epitelios, que poseen varias capas de células, las células superficiales mueren y se desprenden constantemente, a este fenómeno se le denomina exfoliación.

El epitelio tiene gran capacidad de regeneración, más aún cuando son lesionados[2]. Además, las células epiteliales presentan una fuerte adhesión mutua, de tal modo que para separarlas, son necesarias fuerzas mecánicas relativamente elevadas. Esta cohesión varía con el tipo de epitelio, pero está especialmente desarrollada en los epitelios que están sujetos a fuertes tracciones, tal como ocurre en la piel.



Estructura del tejido epitelial

3 CLASIFICACIÓN

De acuerdo a su estructura y función, los epitelios se dividen en dos tipos: el de cubierta y revestimiento y el glandular.

3.1. EPITELIO DE CUBIERTA Y REVESTIMIENTO

El **epitelio de cubierta** se localiza en la parte externa del cuerpo y en la superficie externa de algunos órganos internos. El **epitelio de revestimiento** se encuentra cubriendo o tapizando cavidades, superficies y conductos. Según el número de capas celulares que posee, se clasifica en tres tipos:

[2] "Un buen ejemplo de esto es el hígado. La pérdida de cantidad significativa de tejido hepático por traumatismo físico o destrucción tóxica aguda, se corrige por medio de una activa proliferación de hepatocitos. El hígado es restaurado, en esencia, por la actividad mitótica del tejido hepático sano" *Histología*. Ross - Romrell. Kaye. Pág. 81.

3.1.1. Epitelio monoestratificado (simple)

Está formado por una sola capa de células. Interviene en los procesos de difusión, ósmosis y filtración. Se localiza en zonas sometidas a poco desgaste y rotura.

3.1.2. Epitelio poliestratificado (estratificado)

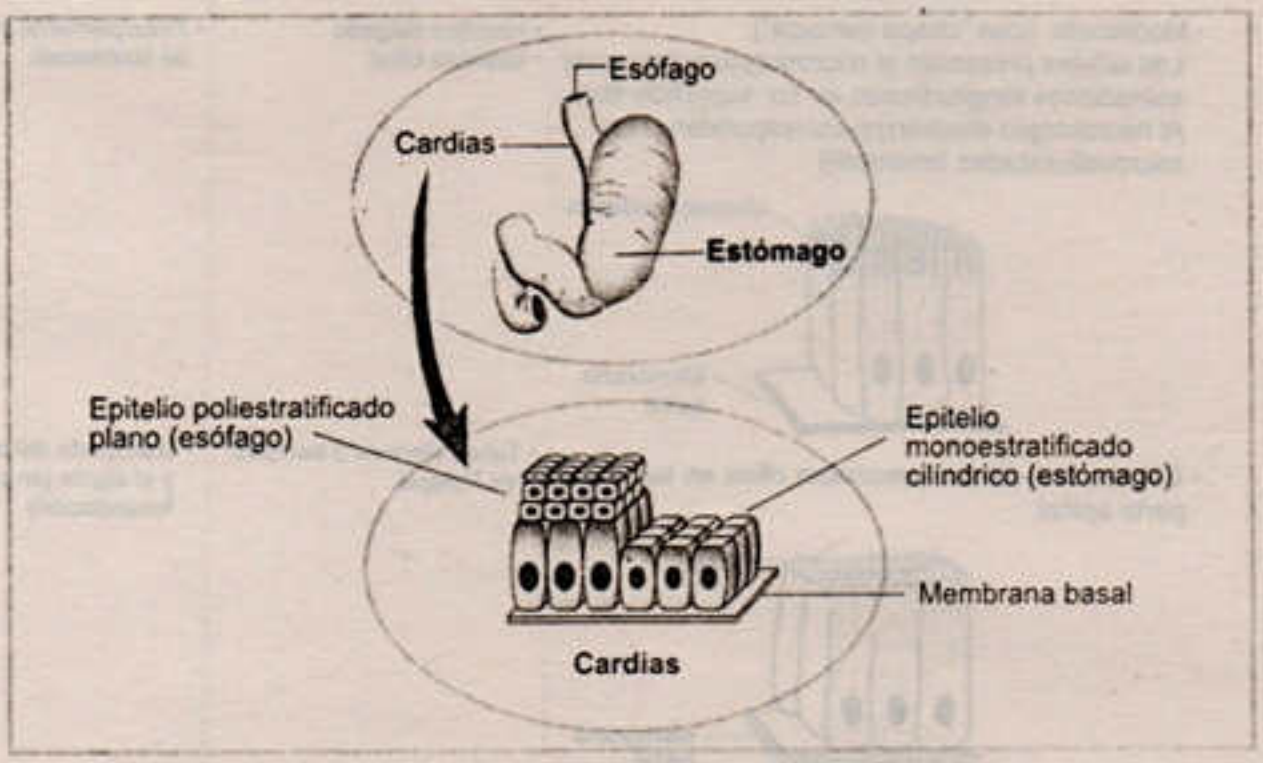
Está formado por dos o más capas de células. A diferencia del epitelio simple, el epitelio poliestratificado es más fuerte y puede proteger a los tejidos a los que recubre del ambiente externo y de desgastes y roturas. Algunos de ellos, también producen secreciones.

La forma de las células de la capa más superficial (externa) es la que proporciona el nombre a este tejido.

3.1.3. Epitelio pseudoestratificado

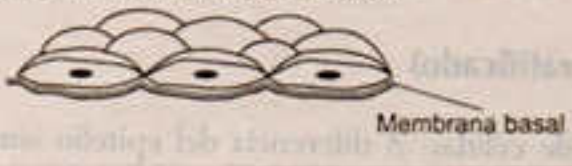
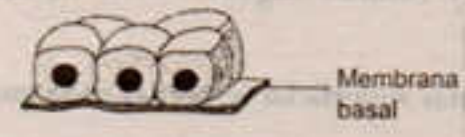
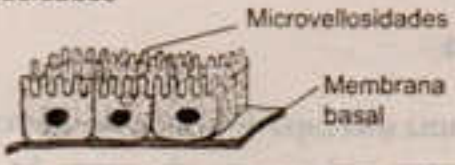
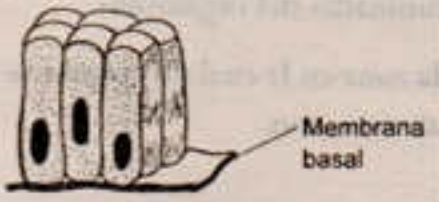
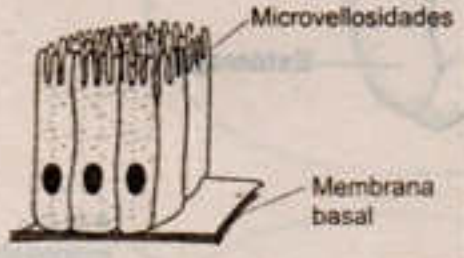
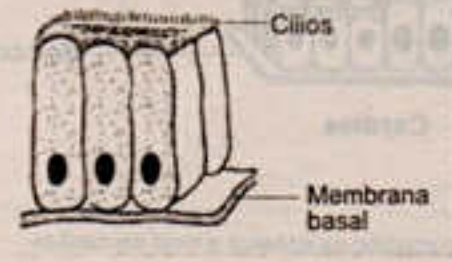
Es un epitelio especial que presenta una sola capa de células de diferentes alturas y con núcleos a diferentes niveles dando la apariencia de tener varias capas. La células que llegan hasta la superficie secretan moco o poseen cilios que desplazan a aquel y a las partículas que han sido atrapadas para que sean eliminadas del organismo.

- **Transición de epitelios.** Es aquella zona en la cual un epitelio se continúa con otro diferente. Ejemplo: cardias, cuello uterino, ano.



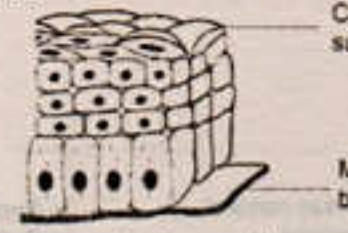
El esquema muestra la transición de epitelios a nivel del cardias

EPITELIOS MONOESTRATIFICADOS

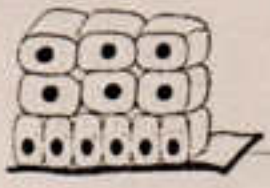
TIPOS	LOCALIZACIÓN	FUNCIÓN
1. Epitelio simple plano (pavimentoso)  	• Alveolos pulmonares. • Endotelio de los vasos sanguíneos. • Mesotelios (pleura, pericardio, peritoneo) • Hoja parietal de la cápsula de Bowman (nefrón).	• Permiten el intercambio de sustancias. Ejem: O_2 y CO_2, sustancias nutritivas.
2. Epitelio simple cúbico • No modificado  	• Superficie de ovarios	• Cubierta
• Modificado Con microvellosidades  	• Folículos tiroideos • Túbulo Contorneado proximal del nefrón (riñón)	• Secreción • Absorción
3. Epitelio simple cilíndrico (columnar) • No modificado  	• Estómago • Colon (intestino grueso) Endocérvix (cuello del útero)	• Secreción de moco.
• Modificado (con "chapa estriada"). Las células presentan al microscopio óptico unas estriaciones longitudinales en su superficie libre. Al microscopio electrónico corresponden a las microvellosidades (microvilli)  	• Intestino delgado • Vesícula biliar	• Principalmente absorción de sustancias.
• Ciliado: Las células presentan cilios en su parte apical.  	• Tubas uterinas o trompas de Falopio.	• Transporte del ovocito II y el cigote (en caso de fecundación)

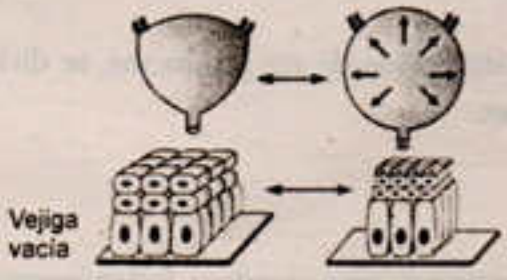
EPITELIOS POLIESTRATIFICADOS

TIPOS	LOCALIZACIÓN	FUNCIÓN
1. Epitelio poliestratificado plano (escamoso)		
• No queratinizado	• Esófago • Boca • Lengua • Vagina	• Protección
• Queratinizado: Presenta la queratina	• Epidermis (capa superficial de la piel)	• Mayor protección • Dificulta la pérdida de H_2O
2. Epitelio poliestratificado cúbico	• Conductos excretores de las glándulas sudoríparas • Esófago fetal	• Reabsorción de cloro • Protección
3. Epitelio poliestratificado cilíndrico	• Conjuntiva ocular • Uretra masculina (porción membranosa y esponjosa)	• Protección
4. Epitelio de transición o polimorfo	• Pelvis renal • Cálices renales • Uréter • Vejiga • Uretra masculina (porción prostática)	• Permite la distensión y protección.



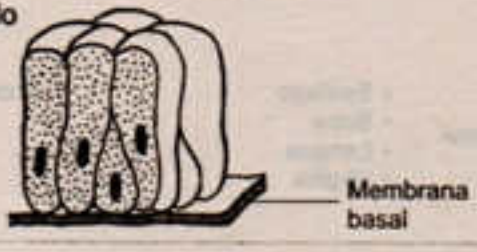
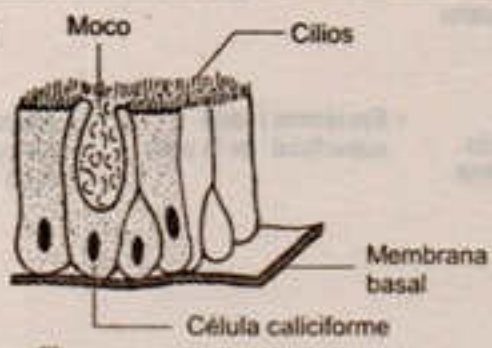
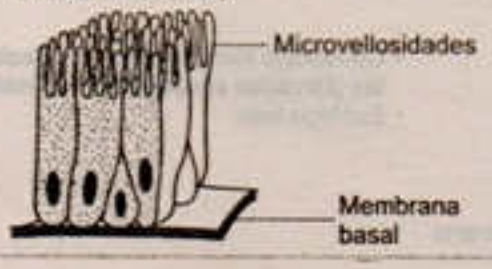
La queratina es una proteína estructural que se encuentra en la capa más externa de la epidermis de la piel. Forma una barrera que protege a las capas más profundas de las lesiones y de la invasión bacteriana, a la vez que impermeabiliza a la piel.





El epitelio de transición se caracteriza porque sus células superficiales son globulosas. En este epitelio, el número de capas y la forma de las células superficiales varían de acuerdo a si el órgano está o no distendido. Es un tejido propio de las vías urinarias.

EPITELIOS PSEUDOESTRATIFICADOS

TIPOS	LOCALIZACIÓN	FUNCIÓN
1. No modificado 	• Vesícula seminal • Próstata	• Secreción
2. Modificado • Ciliado 	• Fosas nasales • Laringe • Tráquea • Bronquios	• Secreción de moco • Purificación del aire inspirado.
• Con estereocilios (largos microvillis inmóviles) 	• Epidídimo • Conducto deferente	• Absorción y secreción

3.2. EPITELIO GLANDULAR

Está constituido por células que **producen secreciones**. Estas células forman glándulas. Una glándula es una estructura capaz de elaborar y excretar diversas secreciones. Generalmente, los procesos de secreción se acompañan de la síntesis intracelular de macromoléculas. Estos productos elaborados por las células glandulares se acumulan casi siempre dentro del citoplasma, bajo la forma de pequeñas partículas denominadas gránulos de secreción.

Las glándulas, de acuerdo a la forma de distribución de sus productos, se dividen en tres grupos: **exocrinas, endocrinas** y **mixtas**.

3.2.1. Glándulas exocrinas

Son aquellas glándulas que poseen dos porciones: una secretora (adenómero) y una excretora. La porción secretora elabora el producto de secreción y el conducto excretor lo libera hacia la superficie del organismo o al interior de un órgano hueco. Las glándulas exocrinas se clasifican, obedeciendo a varios criterios:

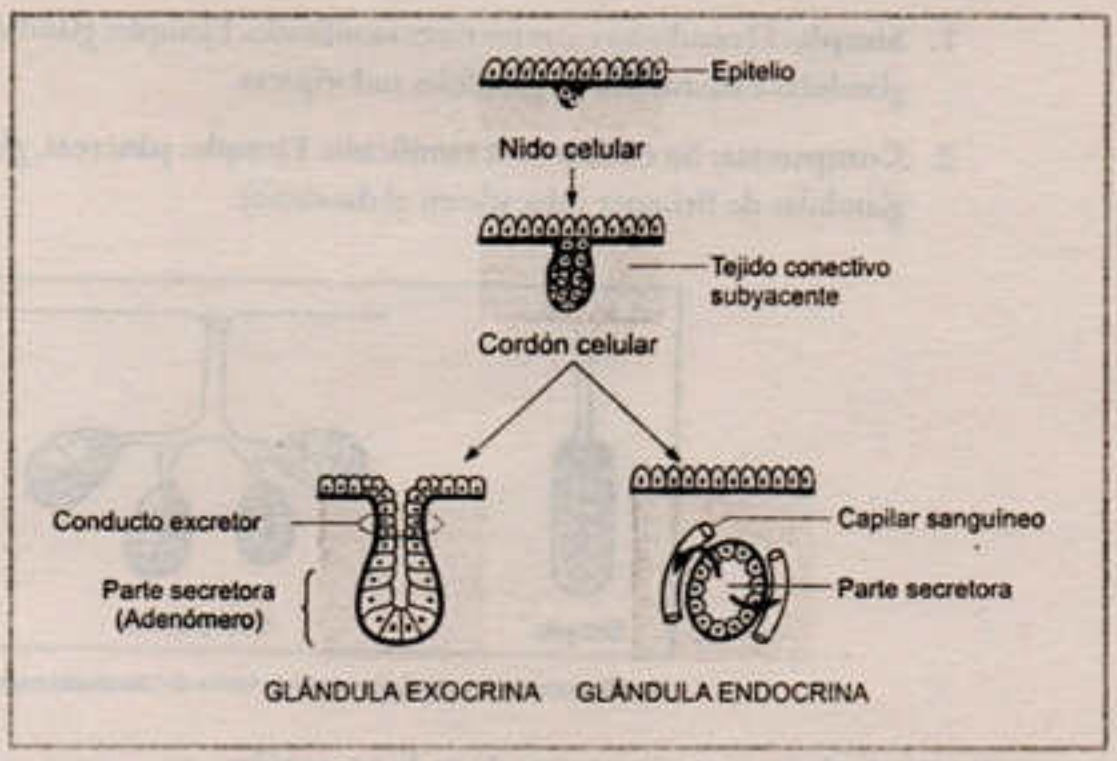
A. Según el número de células

1. **Glándulas unicelulares.** Formadas por una sóla célula secretora, la cual se aloja en un epitelio de revestimiento, distribuidas entre otras células que no son secretoras. Ejemplo: células caliciformes del epitelio intestinal y árbol respiratorio.

2. **Glándulas pluricelulares o multicelulares.** Formadas por gran cantidad de células. Corresponde a la mayoría de glándulas.

   Las glándulas pluricelulares de gran tamaño están rodeadas por una cápsula de tejido conectivo, la cual envía tabiques hacia la glándula y la subdividen en compartimientos más pequeños que se llaman lóbulos y lobulillos. En la glándula penetran vasos sanguíneos y nervios, los cuales suministran nutrientes y estímulos nerviosos para sus funciones, respectivamente.

   Se originan en los epitelios de revestimiento por la proliferación de sus células, con invasión del tejido conectivo subyacente y posterior diferenciación.



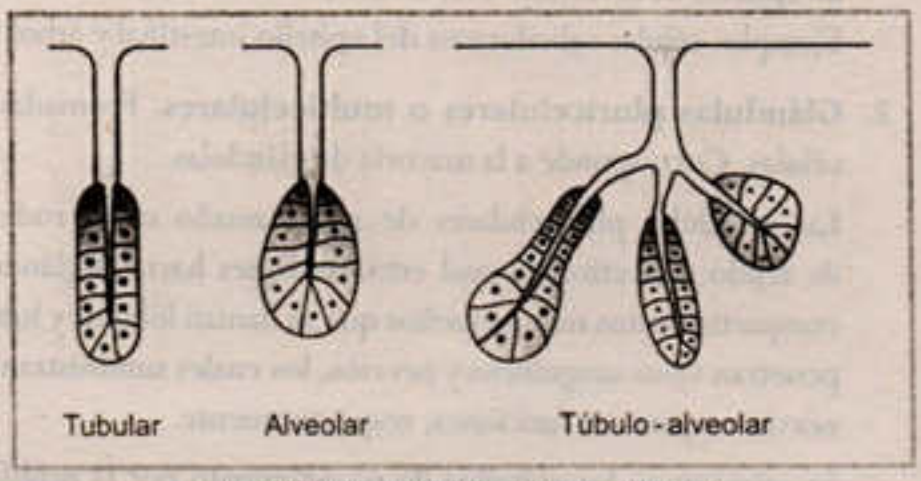
Formación de las glándulas pluricelulares

B. Por la forma de la porción secretora

1. **Tubular:** La porción secretora posee forma tubular. Ejemplo: glándulas de Lieberkühn (en los intestinos), glándulas endometriales (en el útero).

2. **Alveolar (Acinosa):** Forma de matraz. Ejemplo: páncreas.

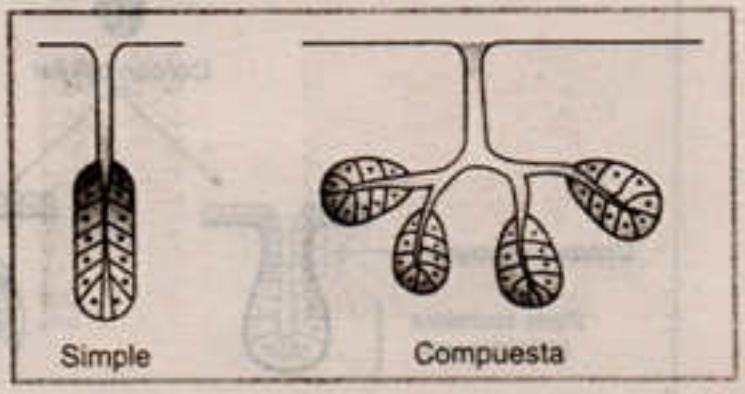
3. **Túbulo-alveolar:** Forma tubular y alveolar. Ejemplo: glándulas parótidas, glándulas mamarias.



Diversas formas que puede adoptar el adenómero.

C. Por la forma del conducto excretor

1. **Simple:** El conducto excretor no es ramificado. Ejemplo: glándulas de Lieberkühn, glándulas endometriales, glándulas sudoríparas.
2. **Compuesta:** Su conducto es ramificado. Ejemplo: páncreas, glándulas mamarias, glándulas de Brünner (ubicado en el duodeno).



Clasificación de las glándulas según la forma del conducto excretor.

D. Por la forma en que se produce la secreción

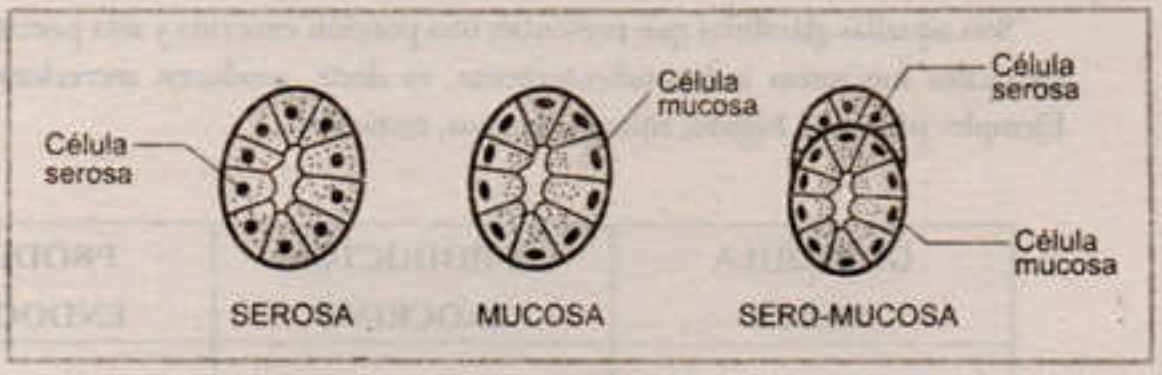
1. **Merocrinas:** Sus células no sufren pérdida del citoplasma en el proceso de elaboración del producto. Constituyen la mayoría de glándulas exocrinas. Ejemplo: páncreas, glándulas salivales, etc.
2. **Apocrinas:** Sus células pierden la porción externa apical del citoplasma, la que forma parte de la secreción. Ejemplo: glándulas mamarias, glándulas odoríferas (en las axilas).

3. **Holocrinas:** Sus células mueren y se desprenden para constituir la secreción glandular. Ejemplo: glándulas sebáceas.

Formas de producir la secreción

E. Por el tipo de secreción elaborado

1. **Serosa:** Su secreción es clara, acuosa y contiene enzimas. Es característico su núcleo redondo u oval. Ejemplo: glándulas parótidas y lagrimales.
2. **Mucosas:** Su secreción es viscosa y está constituida por mucina (glucoproteína). Las células mucosas poseen el núcleo aplastado contra la base de la célula. Ejemplo: glándulas de Bartholin y de Brünner.
3. **Mixtas:** Producen ambos tipos de secreciones. Contienen células serosas y mucosas. Las células serosas adoptan la forma de semilunas en la periferia del acino mucoso. Ejemplo: glándulas submaxilares y sublinguales.



Tipo de secreción de las glándulas exocrinas

3.2.2. Glándulas endocrinas

Presentan una porción secretora, pero carecen de conducto excretor por lo que el producto secretado no puede salir hacia ninguna superficie ni cavidad del organismo. La porción secretora elabora el producto de secreción denominado hormona, el cual es vertido hacia los capilares sanguíneos. Las hormonas son sustancias químicas que al actuar sobre determinadas células del organismo, regulan diversas funciones fisiológicas.

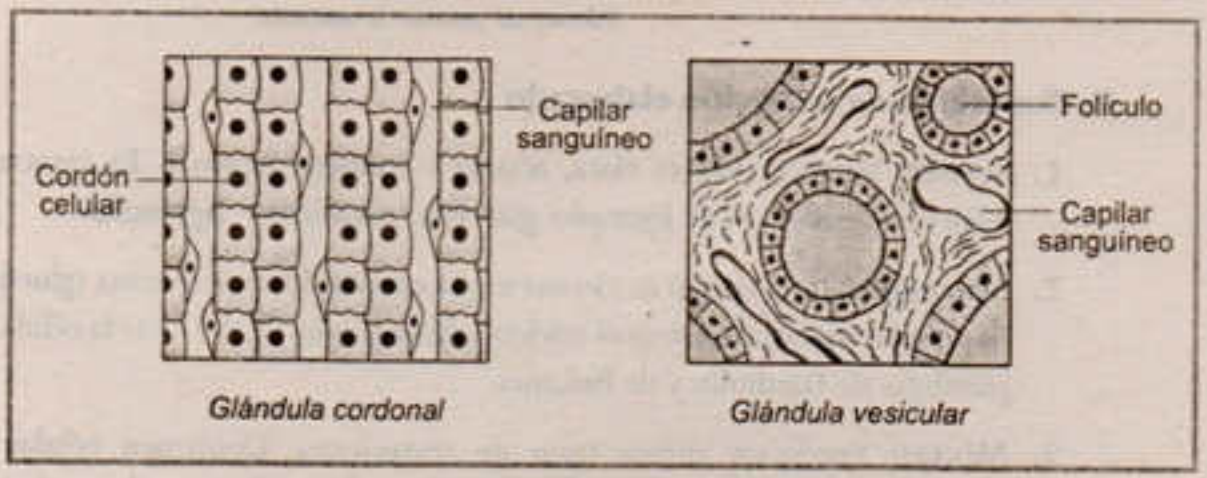
Las glándulas endocrinas, de acuerdo a su forma, se clasifican en:

A. Cordonal

Sus células se disponen formando cordones celulares que corren paralelamente junto con capilares sanguíneos. Ejemplo: glándulas paratiroides y suprarrenales.

B. Vesicular o folicular

Sus células se disponen formando vesículas (folículos), las cuales están constituidas por una sola capa de células que limitan un espacio lleno de una sustancia (la hormona se acumula bajo la forma de coloide). Ejemplo: glándula tiroides.



3.2.3. Glándulas mixtas (Anficrinas)

Son aquellas glándulas que presentan una porción exocrina y una porción endocrina, las cuales funcionan independientemente, es decir, producen secreciones diferentes. Ejemplo: páncreas, hígado, riñones, ovarios, testículos.

GLÁNDULA MIXTA	PRODUCTO EXOCRINO	PRODUCTO ENDOCRINO
Páncreas	Jugo pancreático	Glucagón Insulina Somatostatina
Hígado	Bilis	Somatomedina C
Riñones	Orina	Eritropoyetina

TEJIDO CONECTIVO (CONJUNTIVO)

Es un tejido formado por células poco diferenciadas, es decir, poco transformadas y con abundante matriz extracelular (sustancia intercelular). Se encarga de unir o ligar entre sí a los demás tejidos, brindando sostén y nutrición. Es el tejido que tiene más amplia distribución en nuestro organismo.

Los tejidos conectivos derivan del mesénquima, que es un tejido embrionario que deriva del mesodermo (hoja germinativa media).

1 FUNCIONES GENERALES

- Sirve de soporte y sostén de órganos, pues los tejidos óseo y cartilaginoso son los principales responsables del sostenimiento del cuerpo humano.
- Nutrición al resto de tejidos (principalmente al tejido epitelial)
- Protección y defensa a través de las células plasmáticas y macrófagos.
- Relleno, es decir, une entre sí estructuras vecinas.

2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El tejido conectivo está constituido por tres elementos básicos: células, sustancia fundamental y fibras. En conjunto, la sustancia fundamental y las fibras, situadas fuera de las células, forman la matriz extracelular. Es vascularizado, es decir, posee vasos sanguíneos.

Se encuentra inervado, por tanto, posee terminaciones nerviosas. La matriz de un tejido conectivo, que puede ser líquida, semilíquida, gelatinosa, fibrosa o calcificada, suele ser una secreción de las células del propio tejido conectivo y de las células adyacentes y es la que determina la calidad de ese tejido. (ver gráfico de la pág. 62)

3 COMPONENTES

3.1. CÉLULAS

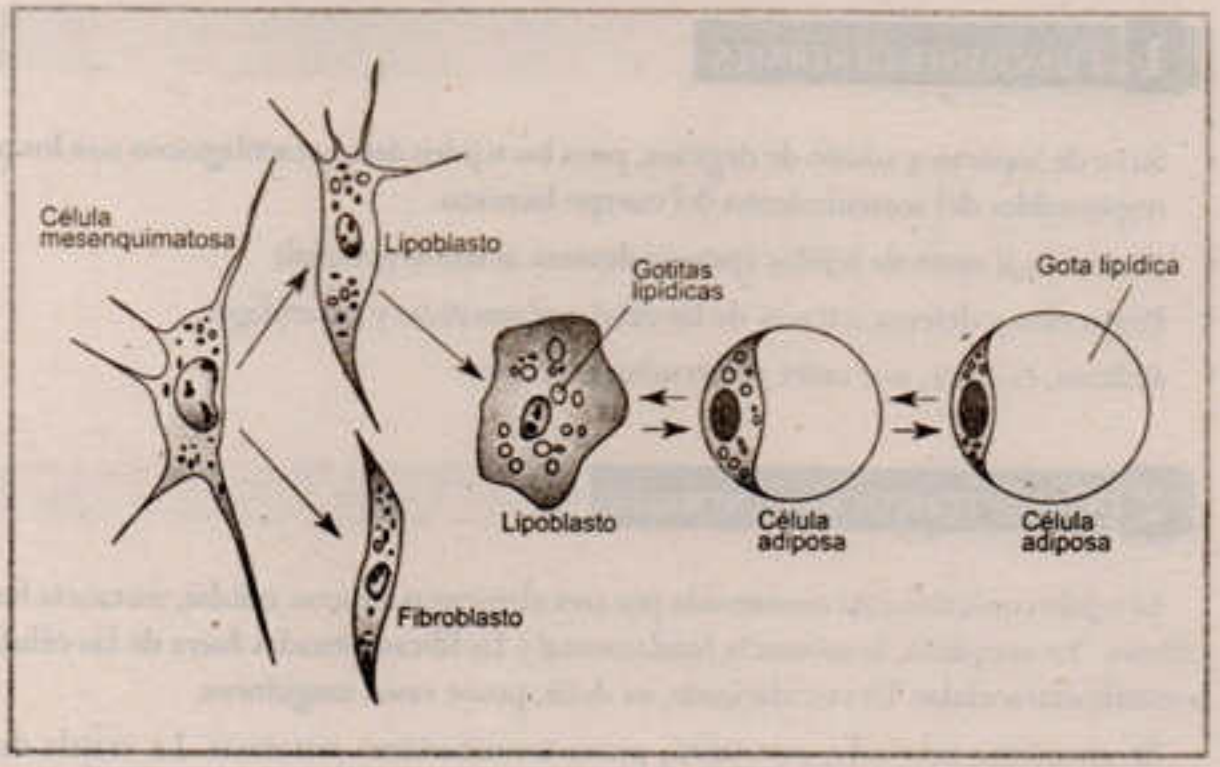
3.1.1. Fibroblasto

Son las células mas abundantes, constantes y representativas del tejido conectivo. Sintetiza proteínas (colágeno y elastina), que al polimerizarse dan origen a fibras conectivas

(colágenas, elásticas y reticulares). Produce también glucosaminoglucanos (ácido hialurónico) que vienen a ser el constituyente de la sustancia fundamental. Asimismo, interviene en la reparación de tejidos lesionados (cicatrización de heridas).

3.1.2. Célula adiposa (adipocito)

Presenta una gota de grasa que ocupa gran parte del citoplasma, rechazando a su núcleo, el cual es periférico. Sintetiza, almacena y libera ácidos grasos. En el tejido conectivo laxo se encuentran como células separadas o grupos celulares. Cuando se acumulan en grandes cantidades se denomina tejido adiposo.



Origen de las células adiposas. La célula mesenquimatosa da origen tanto a los fibroblastos como a los lipoblastos, estos se diferencian posteriormente en células adiposas. Las flechas en doble sentido significa que las células adiposas pueden volver a un estadio anterior, según sea las necesidades metabólicas del organismo.

3.1.3. Célula cebada (mastocito)

Presenta granulaciones en su citoplasma, las cuales contienen sustancias químicas como heparina, histamina, factor quimiotáctico de los eosinófilos y factor quimiotáctico de los neutrófilos. La heparina actúa como anticoagulante impidiendo la formación de coágulos en el interior de los vasos sanguíneos. La histamina[3] es una sustancia química que dilata los vasos pequeños durante la inflamación. El factor quimiotáctico de los eosinófilos

[3] "Las víctimas de ataques de Fiebre de Heno sufren los efectos de la histamina descargada por los mastocitos de la mucosa nasal, que produce edema localizado por aumento de la permeabilidad de los vasos sanguíneos pequeños. La tumefacción de la mucosa da por resultado la sensación de "nariz congestionada" y obstaculiza la ventilación" *Histología texto y atlas*. Gartner, Leslie P. Pág. 106.

atrae a estas células hacia el sitio inflamado y limitan la reacción inflamatoria. El factor quimiotáctico de los neutrófilos atrae a estas células hacia el sitio inflamado, estas células fagocitan y matan a los microorganismos si los encuentran.

3.1.4. Macrófago

Se forma a partir de los monocitos (tipo de glóbulo blanco). Interviene en la defensa del organismo mediante la propiedad de fagocitosis. Son de dos tipos:

- **Macrófago fijo (histiocito):** Forma parte del sistema fagocítico mononuclear.
- **Macrófago libre:** Se movilizan mediante pseudópodos. Es más activo en la fagocitosis que el fijo. Los macrófagos fagocitan restos de células, material intercelular alterado, bacterias y partículas inertes que penetran en el organismo. También intervienen en la presentación de los antígenos a los linfocitos.
- **Célula gigante a cuerpo extraño:** Resulta de la unión de varios macrófagos, lo cual hace que sea polinuclear. Se forma en casos especiales, por ejemplo, cuando encuentran cuerpos extraños de grandes dimensiones.

3.1.5. Célula plasmática (plasmocito)

Se forma a partir de un tipo de leucocito (Glóbulo blanco) llamado linfocito B. Sintetiza anticuerpos o inmunoglobulinas, los cuales intervienen en la defensa del organismo (inmunidad humoral).

Tiene forma ovoide y su núcleo es excéntrico. La cromatina de su núcleo se dispone semejante a la rueda de una carreta. Aunque se encuentra en muchos lugares del organismo, la mayoría residen en el aparato gastrointestinal y en las glándulas mamarias.

3.1.6. Leucocitos

Son células de la sangre que llegan al tejido conectivo con el objeto de combatir una inflamación. Los neutrófilos fagocitan a las bacterias en las zonas de inflamación aguda, lo cual tiene por resultado la formación de pus, que es una acumulación de neutrófilos muertos y detritus. Al igual que los neutrófilos, los eosinófilos se ven atraídos hacia las zonas de inflamación por la acción de los factores quimiotácticos de los leucocitos. Asimismo, en los sitios de inflamación crónica abundan los linfocitos.

3.1.7. Pericitos

Los pericitos, también llamados células adventicias o células perivasculares, se encuentran alrededor de los capilares y las vénulas. Derivan de la célula mesenquimatosa indiferenciada. Poseen características de las células de músculo liso y de las células endoteliales que sugieren que, bajo ciertas condiciones, pueden diferenciarse en otras células.

3.2. MATRIZ EXTRACELULAR

Es elaborada por el fibroblasto. Su consistencia depende de la cantidad y calidad de sus componentes. Resiste a las fuerzas tanto de compresión como de tensión. Está constituido por:

3.2.1. Sustancia fundamental amorfa

Es incolora, transparente y ópticamente homogénea. Rellena los espacios entre las células y las fibras del tejido conectivo y, siendo viscosa, representa una barrera a la penetración de partículas extrañas en el interior del tejido. Está formada principalmente por complejos de glucosaminoglucanos y proteínas (proteoglicanos), asociados a glucoproteínas estructurales, agua y sales.

3.2.2. Componente fibrilar

Constituido por tres tipos de fibras conectivas, que son:

A. Fibras colágenas

Son las más abundantes. Están formadas por la proteína colágeno. En estado fresco son blancas, dando este color a los tejidos en que predominan. Brindan rigidez y resistencia al tejido. El colágeno es la proteína más abundante del organismo humano, representando el 30% del total. Se encuentran en la gran mayoría de los tejidos conectivos, sobre todo en el hueso, el cartílago, los tendones y los ligamentos.

B. Fibras elásticas

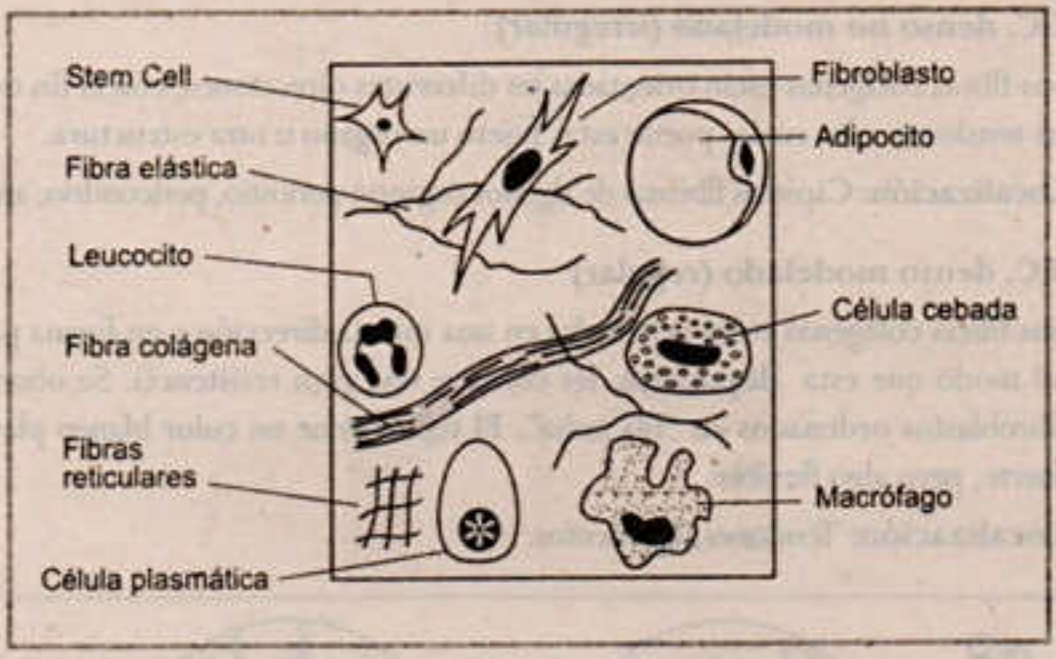
Son más pequeñas que las de colágeno, se ramifican y vuelven a reunirse libremente unas con otras. Están constituidas por la proteína elastina.

Tienen un color amarillento cuando se observan en fresco. Al igual que las fibras de colágeno, proporcionan resistencia, pero además pueden estirarse ampliamente, sin romperse. Las fibras elásticas son muy abundantes en la piel, los vasos sanguíneos y los pulmones.

C. Fibras reticulares

Son fibras muy finas que se disponen en forma de red. Están constituidas por la proteína colágeno, pero son más delgadas y cortas que las fibras colágenas.

Forman el armazón de los órganos hematopoyéticos (por ejemplo: bazo, nódulos linfáticos, médula ósea roja). Además, forman redes alrededor de las células de muchos órganos epiteliales, como el hígado, riñones y las glándulas endocrinas.



Células del tejido conectivo laxo

4 CLASIFICACIÓN

4.1. TEJIDO CONECTIVO PROPIAMENTE DICHO

Se divide en dos tipos:

4.1.1. Tejido conectivo laxo

Se llama también tejido areolar y es, a la vez, el tejido conectivo mas común y más ampliamente distribuido. Presenta varios tipos de células, siendo los más comunes los fibroblastos y los macrófagos. Tiene una apariencia gelatinosa y es importante para la difusión de O_2 y de nutrientes. Posee fibras elásticas, colágenas y escasísimas fibras reticulares. El tejido conectivo laxo es de consistencia delicada, flexible y poco resistente a la tracción.

Localización: Dermis papilar (debajo de la epidermis), rodeando vasos sanguíneos y nervios, rellena los espacios entre las fibras y haces musculares, además, sirve de apoyo para los epitelios.

4.1.2. Tejido conectivo denso

Está constituido por una gran cantidad de haces gruesos de fibras colágenas. La sustancia intercelular amorfa y la vascularización son escasas. Es poco flexible y muy resistente a la tracción. Se divide en dos tipos:

A. T.C. denso no modelado (irregular)

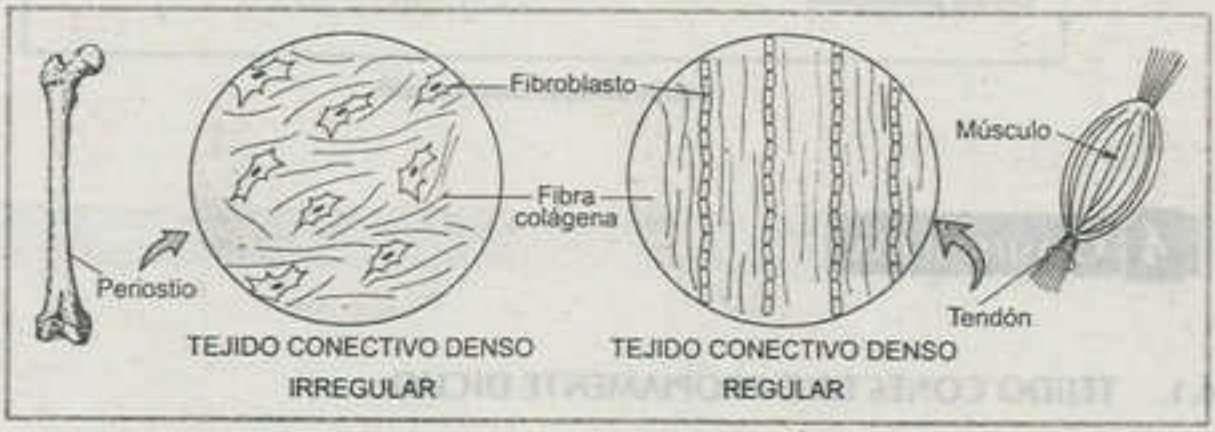
Sus fibras colágenas están orientadas en diferentes direcciones, con el fin de soportar las tensiones a las cuales puede estar sujeto un órgano u otra estructura.

Localización: Cápsulas fibrosas de algunos órganos: periostio, pericondrio, aponeurosis.

B. T.C. denso modelado (regular)

Sus fibras colágenas están orientadas en una misma dirección y en forma paralela, de tal modo que esta disposición, les confiere una gran resistencia. Se observan a los fibroblastos ordenados en "fila india". El tejido tiene un color blanco plateado y es fuerte, pero algo flexible.

Localización: Tendones, ligamentos.



4.2. TEJIDO CONECTIVO ESPECIALIZADO

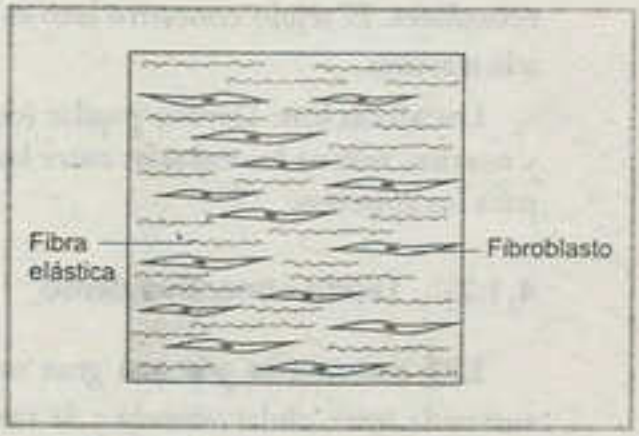
Se divide en varios tipos:

twitter.com/calapenshko

4.2.1. Tejido elástico

Es un tejido formado por abundantes fibras elásticas, gruesas, paralelas y organizadas en haces separados por tejido conectivo laxo. Los fibroblastos se ubican entre las fibras elásticas. La riqueza de sus fibras elásticas proporciona a este tejido un color amarillo y una gran elasticidad y resistencia, lo cual permite que determinadas estructuras puedan ejercer eficazmente sus funciones.

Localización: Se ubica en los ligamentos amarillos de la columna vertebral y en el ligamento suspensor del pene.



Estructura histológica del tejido elástico

4.2.2. Tejido adiposo

Es una variedad de tejido conectivo donde hay una predominancia de células adiposas. Estas células pueden hallarse aisladas o en pequeños grupos en el tejido conectivo común, pero la mayoría de ellas se agrupan en el tejido adiposo distribuido por el cuerpo. De acuerdo a la estructura de sus células y por su localización, color y función, se divide en dos variedades:

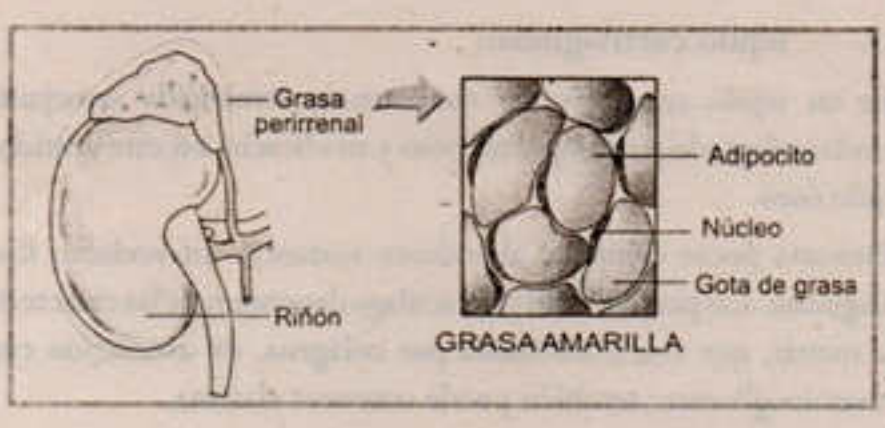
A. Tejido adiposo amarillo o unilocular (grasa amarilla)

Sus células presentan en su citoplasma una gran gota de grasa, de tal manera que su núcleo es excéntrico (periférico). Los lípidos almacenados son principalmente grasas neutras o triglicéridos. Es amarillento debido a los carotenoides disueltos en las grasas. Parece ser que todo el tejido adiposo, presente en el hombre adulto, es de tipo unilocular. Es ricamente vascularizado e inervado. El tejido unilocular está dividido en lóbulos incompletos separados por tabiques de tejido conectivo que contienen vasos sanguíneos y nervios. De estos tabiques parten finas fibras reticulares que envuelven las células adiposas.

Funciones

- Constituye una reserva energética para el organismo.
- Modela la superficie corporal, por influencia de las hormonas sexuales[4].
- Protección (sirve como amortiguador en zonas sometidas a presión).
- Es termoaislante (las grasas son malas conductoras del calor).
- Llena los espacios entre otros tejidos y ayuda a mantener ciertos órganos en su posición normal.

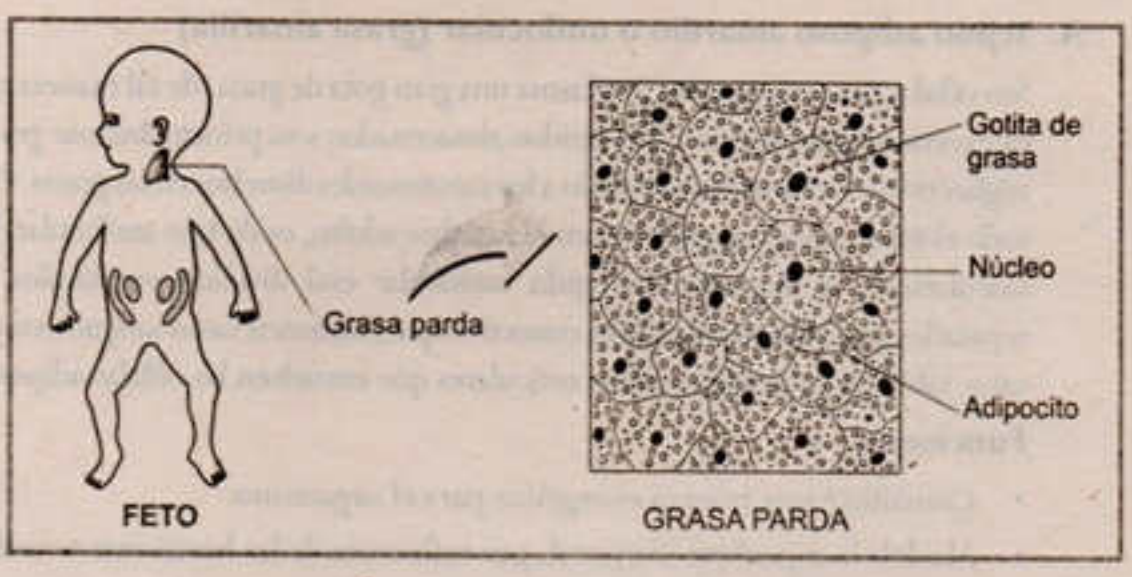
Localización: Rodeando vísceras (corazón, riñones, etc), hipodermis (tejido celular subcutáneo).



[4] "Las diferencias entre la silueta masculina y femenina están dadas, en parte, por diferencias sexuales en el espesor de la capa adiposa de las distintas regiones del cuerpo. En ambos sexos las mamas son un sitio preferencial de acumulación de tejido adiposo: la mama de la mujer que no amamanta se compone casi en totalidad por este tipo de tejido" *Histología*. Ross-Romrell-Kaye. Pág. 125.

B. Tejido adiposo pardo o multilocular (grasa parda)

Formado por células adiposas pequeñas con múltiples gotitas de grasa en el citoplasma (liposomas). Su color pardo se debe a la gran cantidad de citocromos en las mitocondrias de sus células. Sus adipocitos son de menor tamaño que las del tejido adiposo amarillo, además tienen forma poligonal y su núcleo es de ubicación central. Proporciona más calor que la grasa amarilla.



Funciones

- En el recién nacido, protege a este contra el frío
- En el adulto es escaso y su función es insignificante
- Son abundantes y útiles en los animales que hibernan, donde funciona como reserva de energía calórica de fácil acceso. También lo encontramos en animales que no hibernan, como fuente de calor.

4.2.3. Tejido cartilaginoso

Es un tejido conectivo de consistencia semirígida semejante al plástico que se encuentra adaptado para soportar peso y su eficacia, en este sentido, solo es superada por el tejido óseo.

Presenta pocas células y abundante sustancia intercelular, llamada también matriz cartilaginosa. Las propiedades del cartílago dependen de las características físico - químicas de la matriz, que está constituida por colágena, en asociación con macromoléculas de glucosaminoglicanos; también puede contener elastina.

Es avascular, es decir, no posee vasos sanguíneos ni linfáticos y carece de inervación. Posee, asimismo, un metabolismo bajo. Está cubierto, por lo general, por una membrana externa llamada pericondrio, la cual posee vasos sanguíneos que permite la nutrición por difusión del cartílago.

Funciones Generales

- Brinda soporte a tejidos blandos.
- Revestimiento de superficie articulares facilitando los movimientos.
- Permite el crecimiento de los huesos largos.

A. Células

1. **Condroblasto:** Célula joven que se encarga de sintetizar la matriz cartilaginosa. Contienen gran cantidad de glucógeno y lípidos. Da origen a los condrocitos.
2. **Condrocito:** Célula representativa del cartílago. Se encuentra en la profundidad del tejido cartilaginoso en cavidades o lagunas llamadas condroplastos. Cuando en una laguna existen más de dos condrocitos se denomina grupo isógeno o nido celular.

B. Sustancia intercelular (matriz cartilaginosa)

Posee dos componentes:

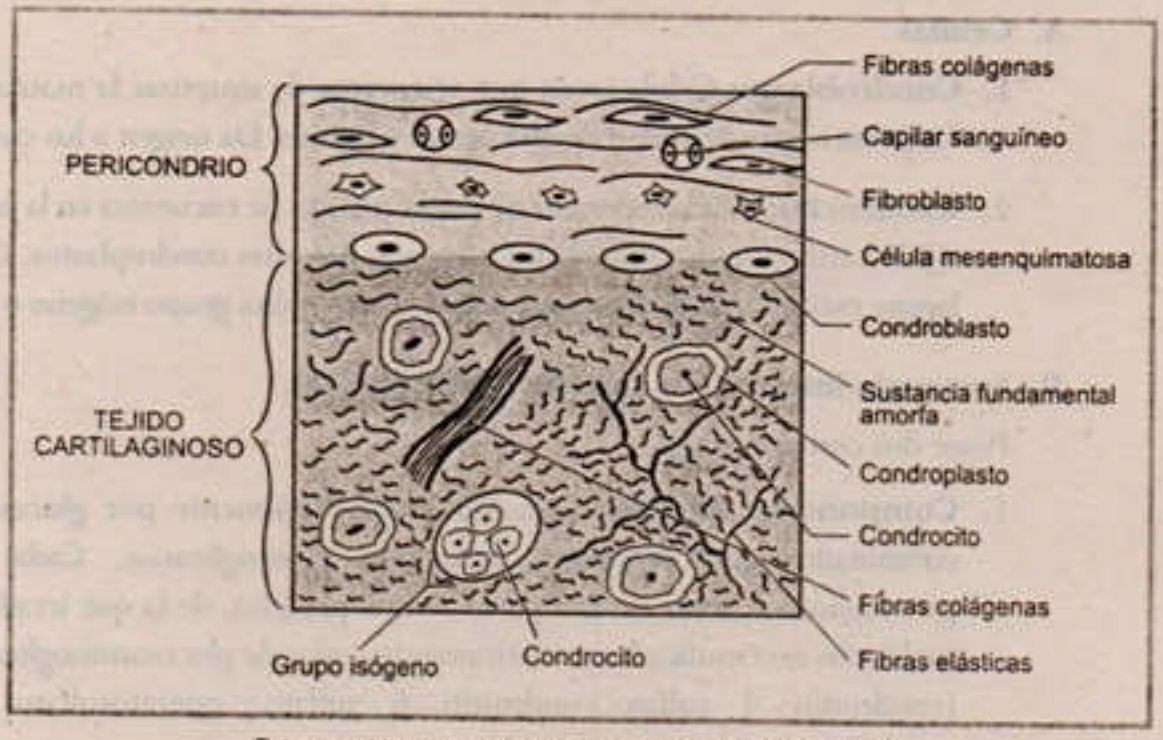
1. **Componente amorfo:** Constituido principalmente por glucosaminoglicanos combinados con proteínas, formando proteoglicanos. Cada molécula de proteoglicano consta de una parte central proteica, de la que irradian numerosas moléculas no ramificadas y relativamente cortas de glucosaminoglicanos sulfatados (condroitín - 4 - sulfato, condroitín - 6 - sulfato y queratosulfato).
2. **Componente fibrilar:** Está formado por fibras colágenas y elásticas. La orientación de las fibras está relacionada con las tensiones que se aplican al cartílago.

Pericondrio: Es una membrana de tejido conectivo que cubre al cartílago. Está formado por dos capas: la capa fibrosa (externa), la cual está constituida por tejido conectivo denso, con vasos sanguíneos, a partir de los cuales se nutre el cartílago; y la capa condrógena (interna), formada por células mesenquimatosas con capacidad para formar condroblastos.

C. Clasificación

1. **Cartílago hialino:** Es el más abundante, presenta fibras colágenas muy finas y escasas, así como algunas fibras elásticas. Forma el primer esqueleto del embrión que será sustituido luego por un esqueleto óseo. Se ubica en el extremo anterior de las costillas (cartílago costal), el cartílago del crecimiento de los huesos largos (disco metafisiario) y las articulaciones móviles (cartílago articular).
2. **Cartílago elástico:** Presenta predominantemente fibras elásticas por lo que tiene mayor flexibilidad que el hialino. Se ubica en el pabellón de la oreja, el conducto auditivo externo, la trompa de Eustaquio y en algunos cartílagos de la laringe como la epiglotis.

3. **Cartílago fibroso (fibrocartílago):** Presenta haces gruesos de fibras colágenas teniendo, entonces, mayor resistencia a la tracción que el cartílago hialino. En el fibrocartílago no existe pericondrio. Se ubica en los discos intervertebrales, en la sínfisis púbica y en los meniscos de la rodilla.



Estructura histológica del tejido cartilaginoso y del pericondrio.

4.2.4. Tejido óseo

Es un tejido conectivo especial con abundante matriz extracelular y de consistencia rígida. Forma los huesos del esqueleto, el cual sostiene y protege nuestros órganos y nos permite el movimiento.

Es uno de los tejidos más resistentes a la tensión y uno de los más rígidos del cuerpo humano. Cambia constantemente de forma en relación con las tensiones que recibe. Las propiedades del tejido óseo están dadas por las características de la matriz ósea.

Funciones generales

- Sirve de soporte de tejidos blandos y proporciona puntos de unión para muchos de los músculos esqueléticos.
- Proporciona la forma corporal.
- Protege órganos vitales, como los contenidos en la caja craneana (encéfalo), torácica (pulmones y corazón) y el conducto raquídeo (médula espinal).
- Es el elemento pasivo de la locomoción al formar un sistema de palancas con los músculos que incrementa las fuerzas generadas en la contracción muscular.

- Es un gran reservorio de sustancias inorgánicas principalmente calcio y fósforo, que son importantes para la contracción muscular y para la actividad nerviosa.
- Contiene la médula ósea roja, la cual se encarga de formar las "células sanguíneas" (hematopoyesis).

A. Células

1. **Osteoblasto:** Célula joven que sintetiza la porción orgánica de la matriz ósea. Se localiza en las superficies del hueso, pero a medida que van siendo rodeados por los materiales de la matriz ósea se convierten en osteocitos.

2. **Osteocito:** Constituye la célula representativa del tejido óseo, la cual se encuentra en el interior de la matriz ósea en cavidades o lagunas llamadas osteoplastos u osteoceles; posee prolongaciones citoplasmáticas que se encuentran en canalículos óseos y que comunican entre sí a los osteocitos. Carece de reproducción, ya que no experimenta mitosis. Los osteocitos mantienen las actividades celulares del tejido óseo, como son el intercambio con la sangre de sustancias nutritivas y desechos.

3. **Osteoclasto:** Célula móvil, gigante y multinucleada que se forma por la fusión de monocitos (tipo de leucocito). Se localiza en pequeñas depresiones llamadas lagunas de Howship. Se encarga de realizar la resorción ósea (remoción de la matriz ósea), fenómeno importante para el desarrollo, crecimiento, mantenimiento y reparación del hueso[5].

B. Matriz ósea

1. **Porción inorgánica:** Formada principalmente por fosfato de calcio, el cual forma cristales de hidroxiapatita [$(Ca)_{10}$ $(PO4)_6$ $(OH)_2$] que son responsables de la dureza característica del hueso. Estas sales cristalizan a medida que se depositan sobre la trama formada por las fibras colágenas de la matriz y el tejido se endurece. Este proceso se denomina calcificación o mineralización.

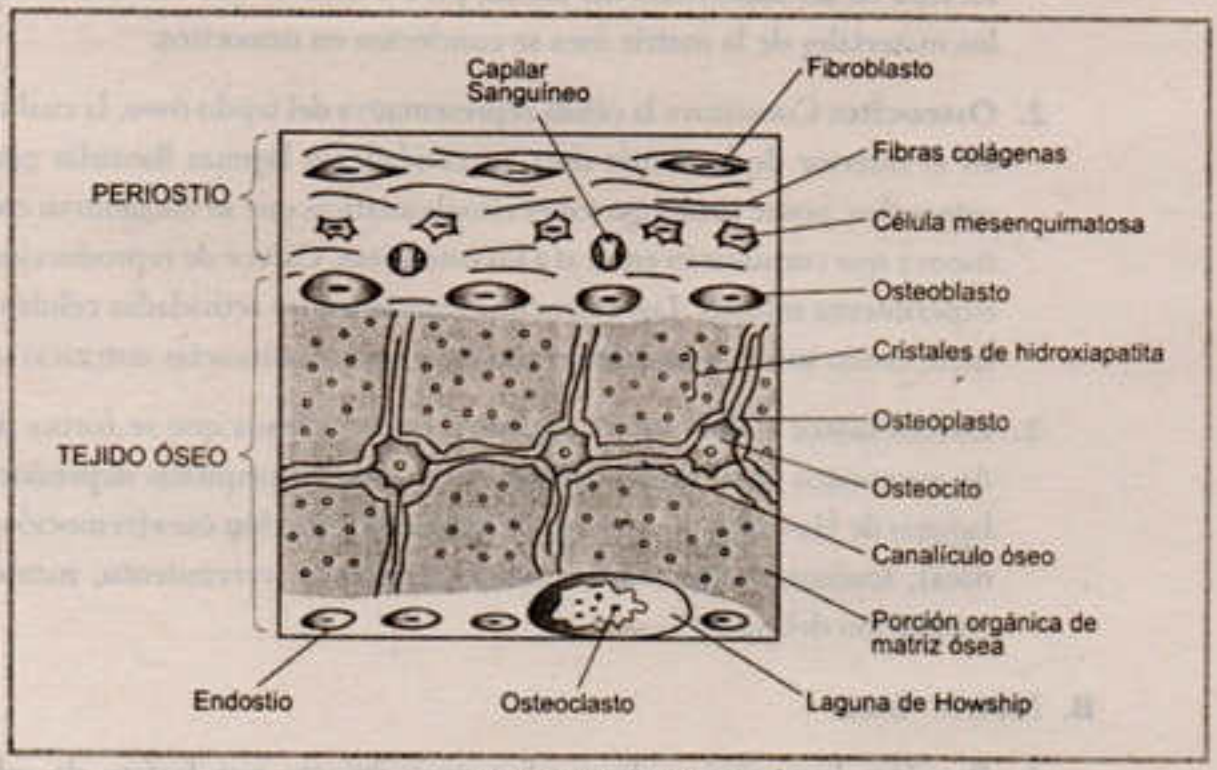
2. **Porción orgánica:** Es producida por los osteoblastos; está formada por colágeno, proteoglicanos y glucoproteínas. Se denomina también oseína.

Periostio: Es una membrana de tejido conectivo denso que recubre al hueso en su parte externa. Está formado por células potenciales mesenquimatosas, fibroblastos, fibras colágenas y vasos sanguíneos. Algunas fibras colágenas del tejido óseo se

[5] "Los osteoclastos intervienen en la disolución del mineral óseo y en la destrucción del colágeno del hueso, siendo la hidroxiprolina, uno de los aminoácidos que solamente se encuentran en el colágeno, un índice preciso del desdoblamiento del mismo. Según ha podido calcularse los osteoclastos reabsorben cerca de 500 miligramos diarios del calcio de los huesos viejos". *Compendio de Fisiología*. A. Cordova. Pág. 615

continúan con las del periostio y reciben el nombre de fibras de Sharpey, que unen firmemente el periostio al tejido óseo. El periostio interviene en el crecimiento de los huesos y en la reparación de las fracturas.

Endostio: Es una membrana de tejido conectivo laxo que reviste al hueso en su parte interna. Se encuentra revistiendo las cavidades del hueso esponjoso, el conducto medular, los conductos de Havers y los de Volkmann. Es de estructura similar al periostio, pero posee menor grosor. Permite la nutrición del hueso.



Histología del tejido óseo

C. Clasificación

Desde el punto de vista macroscópico, existen dos tipos de tejido óseo:

1. **Tejido óseo esponjoso (T.O.E.).** Está constituido por espículas o trabéculas óseas (unidades estructurales). Cada trabécula ósea está formada por laminillas óseas paralelas, entre las cuales se ubican los osteocitos alojados en unas cavidades denominadas osteoplastos. Las trabéculas óseas se entrecruzan dejando unos espacios entre sí en donde se localiza la médula ósea roja. Los vasos sanguíneos del periostio penetran a través del hueso esponjoso. Los osteocitos de las trabéculas reciben su nutrición directamente de la sangre que circula por las cavidades medulares. El tejido óseo esponjoso se localiza en la zona central de la epífisis de los huesos largos y en la zona central de los huesos planos y cortos.

Tejido óseo esponjoso

2. **Tejido óseo compacto (T.O.C.).** Está constituido por los sistemas de Haver's u osteones (unidades estructurales). El sistema de Haver's es una estructura cilíndrica formada por 4 - 20 laminillas óseas concéntricas que se disponen alrededor del conducto de Haver's, este último contiene vasos sanguíneos y nervios, los cuales llegan a través de los conductos de Volkmann. Alrededor del conducto de Haver's se ubican los osteocitos alojados en sus respectivos osteoplastos. Los osteoplastos se comunican entre sí por medio de los canalículos óseos, a través de los cuales los osteocitos reciben O_2 y metabolitos.

   El tejido óseo compacto se localiza en la capa externa de todos los huesos del cuerpo y la mayor parte de la diáfisis de los huesos largos. El hueso compacto proporciona protección, sostén y ayuda a que los huesos largos resistan la tensión del peso que gravita sobre ellos.

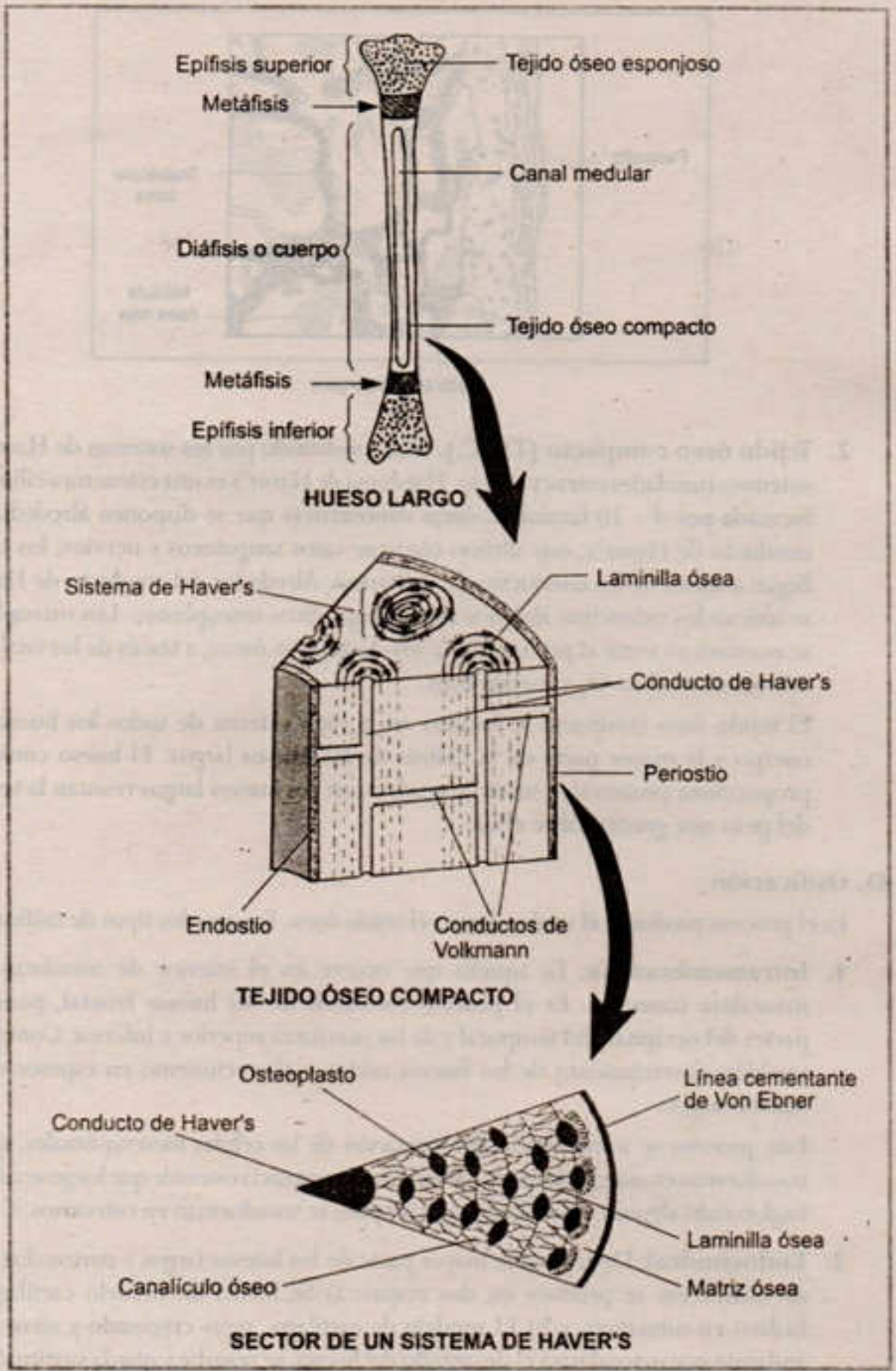
D. Osificación

Es el proceso mediante el cual se forma el tejido óseo. Existen dos tipos de osificación:

1. **Intramembranosa:** Es aquella que ocurre en el interior de membranas de naturaleza conectiva. Es el proceso formador de los huesos frontal, parietal y partes del occipital, del temporal y de los maxilares superior e inferior. Contribuye también al crecimiento de los huesos cortos y al crecimiento en espesor de los huesos largos.

   Este proceso se inicia con la diferenciación de las células mesenquimales, que se transforman en osteoblastos, estos sintetizan la sustancia osteoide que luego se calcifica englobando algunos osteoblastos que después se transforman en osteocitos.

2. **Endocondral:** Ocurre en la mayor parte de los huesos largos y cortos. Este tipo de osificación se produce en dos etapas: a) Se forma un modelo cartilaginoso hialino en miniatura, y b) El modelo de cartílago sigue creciendo y sirve como andamio estructural para el desarrollo del hueso, se resorbe y queda sustituido por este último.



Estructura histológica del Tejido óseo

TEJIDO MUSCULAR

Tejido formado por células especializadas en la contracción a las cuales se les denominan fibras musculares o miocitos. Constituye el 40 - 50% del peso total del organismo. **Es el tejido responsable de los movimientos corporales**. Tiene origen mesodérmico y presenta escasa sustancia intercelular. Asimismo, es ricamente vascularizado y su capacidad de regeneración es pobre.

El tejido muscular junto con el tejido óseo son responsables de los movimientos corporales, de igual forma permite el movimiento de las vísceras y constituye la mayor reserva de glucógeno en nuestro organismo.

1 FUNCIONES

- **Movimiento.** Del esqueleto (locomoción) y de los distintos órganos de nuestro cuerpo (motilidad). Todos estos movimientos integran el funcionamiento de los huesos, articulaciones y los músculos esqueléticos que se insertan a los huesos.
- **Almacén.** De glucógeno y proteínas musculares.
- **Reserva de energía.** Proporciona aminoácidos y otros metabolitos para la formación de glucosa en el hígado (gluconeogénesis).
- **Fuente de calor.** Gracias a la contracción proporciona calor al organismo. Se calcula que aproximadamente el 85% de todo el calor corporal se genera por medio de las contracciones musculares.

2 PROPIEDADES

- **Excitabilidad:** Es la capacidad del tejido muscular de generar potenciales de acción o impulsos nerviosos en respuesta a variados estímulos (mecánicos, eléctricos y químicos)
- **Contractibilidad:** Reduce su longitud y aumenta su grosor, conservando su volumen, en respuesta a un potencial de acción. El músculo se contrae como respuesta a uno o mas potenciales de acción muscular.
- **Elasticidad:** Retorna a su forma inicial una vez concluida la contracción muscular.

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

- **Tonicidad:** Conserva un estado prolongado de semicontracción involuntaria. El tono muscular es esencial para el mantenimiento de la postura corporal. Por ejemplo, cuando los músculos de la porción posterior del cuello se encuentran en contracción tónica, mantienen la cabeza en posición anatómica.

3 CLASIFICACIÓN

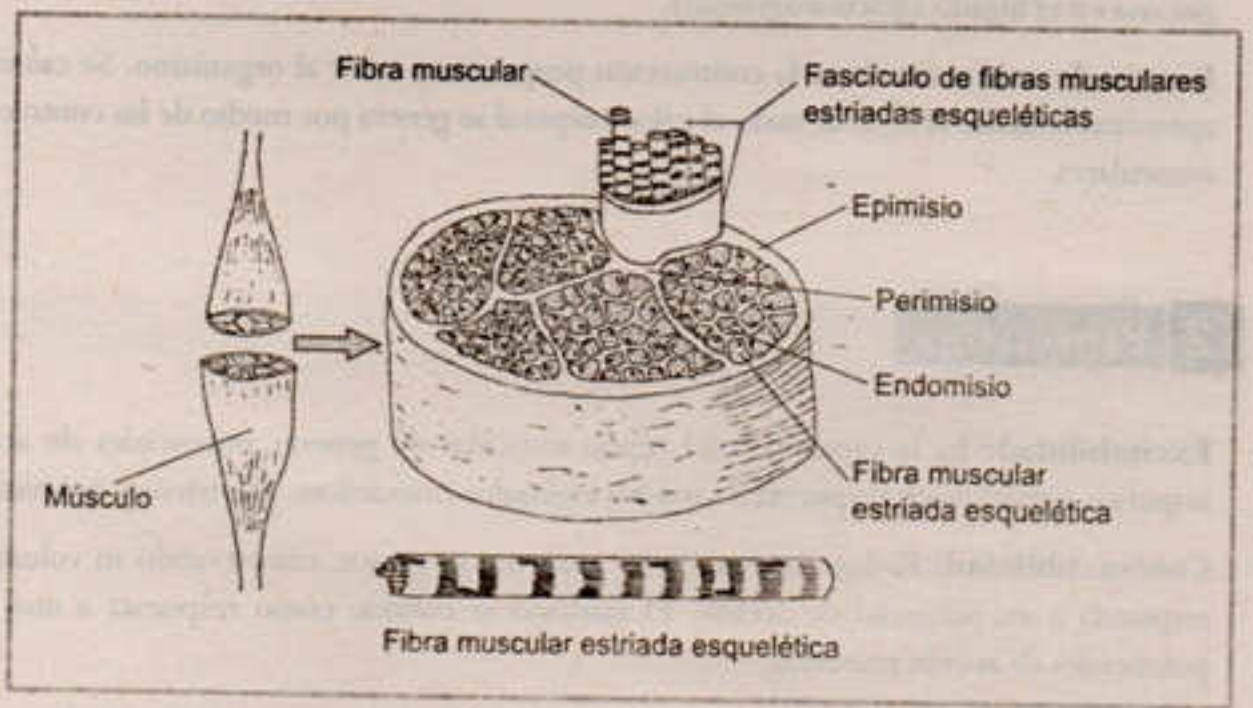
Según la presencia o no de estriaciones transversales en sus células, se clasifican en:

3.1. TEJIDO MUSCULAR ESTRIADO ESQUELÉTICO

Forma los músculos que hacen inserción en los huesos (músculos esqueléticos). Su función fundamental es permitir la locomoción y mantener la postura corporal.

3.1.1. Envolturas de tejido conectivo

En un músculo, los haces de fibras musculares no están agrupados fortuitamente, sino organizados en haces, envueltos por una membrana externa de tejido conectivo, llamada **epimisio**. De este parten tabiques muy finos de tejido conectivo, que se dirigen hacia el interior del músculo, dividiéndolo en fascículos. Estos tabiques se llaman **perimisio**. Cada fibra muscular, a su vez, está rodeada por una capa muy fina de fibras reticulares, formando el **endomisio**.



Corte transversal del músculo

El tejido conectivo mantiene las fibras musculares unidas, permitiendo que la fuerza de contracción, generada por cada fibra individualmente, actúe sobre el músculo entero, contribuyendo así a su contracción; eso tiene gran importancia funcional porque las fibras musculares generalmente no se extienden de un extremo a otro del músculo.

3.1.2. Fibras musculares estriadas esqueléticas

Son células de forma cilíndrica y multinucleadas, de 10 a 100 µm. de grosor y longitud variable, generalmente igual a la longitud del músculo que conforman. Presentan:

A. Membrana celular (sarcolema)

Presenta invaginaciones tubulares radiadas que penetran a la profundidad del citoplasma, estas se denominan túbulos transversos o túbulos T. Estos túbulos T permiten la transmisión rápida de la excitación, desde el sarcolema hacia las cisternas terminales del retículo sarcoplásmico.

B. Citoplasma (sarcoplasma)

Posee un aspecto estriado. Presenta principalmente miofibrillas, mitocondrias, retículo sarcoplásmico, mioglobina y gránulos de glucógeno.

1. **Las miofibrillas.** Son estructuras tubulares de disposición longitudinal con estriaciones transversales. Están constituidas por miofilamentos gruesos (conformados por miosina) y delgados (conformados por actina, tropomiosina y troponina). Su aspecto estriado se debe a la presencia de bandas transversales (oscuras y claras). La banda A o Anisotrópica (oscura), contiene miofilamentos gruesos y delgados; en cambio, la banda I o Isotrópica (clara), solo contiene miofilamentos delgados. En la zona central de la banda A, existe una franja menos oscura que se denomina banda H o zona H.

   En la zona central de la banda I, existe una línea oscura denominada línea o disco Z. En las porciones laterales de la banda A, es decir, las porciones más cercanas al disco Z, se aprecian puentes cruzados entre los filamentos gruesos de miosina y los filamentos finos de actina. Estos puentes cruzados constituyen la base morfológica y funcional del mecanismo de la contracción muscular.

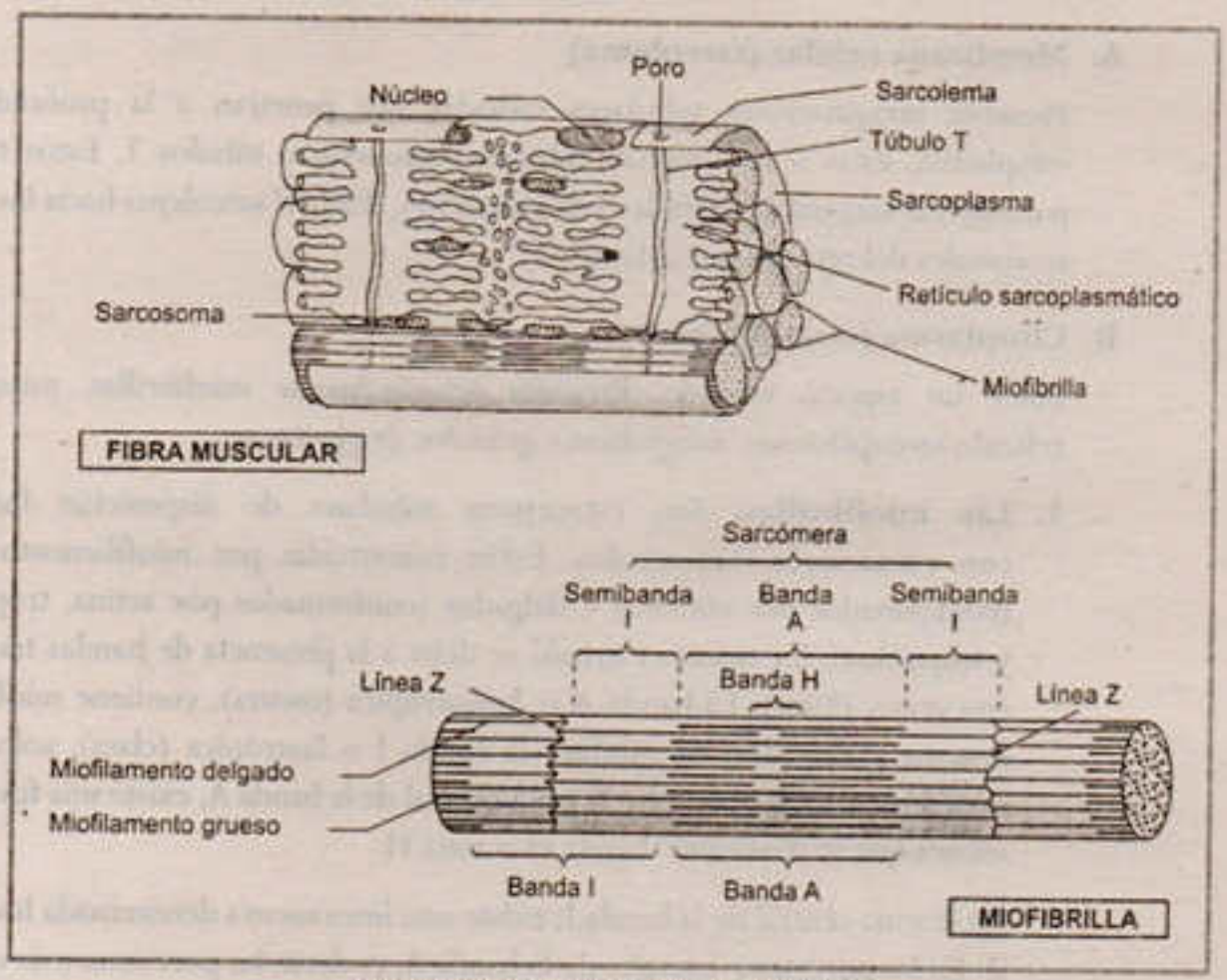
   El segmento de miofibrilla delimitada por dos líneas o discos Z consecutivos se llama sarcómera y constituye la unidad anátomo funcional de la fibra muscular estriada.

2. **Las mitocondrias (sarcosomas).** Son abundantes y se ubican entre las miofibrillas.

3. **El retículo endoplásmico liso (retículo sarcoplásmico).** Se dispone a lo largo de cada sarcómera en forma de conductos longitudinales, cuyos extremos terminan en cisternas a nivel de los discos Z. Estas cisternas almacenan calcio.

- El conjunto formado por dos cisternas contiguas y un túbulo transverso, a nivel de los discos Z, reciben el nombre de tríada.
- La mioglobina es un pigmento que da color al músculo y almacena O_2.
- Los gránulos de glucógeno sirven como depósito de glucosa, la cual es movilizada durante la contracción muscular.

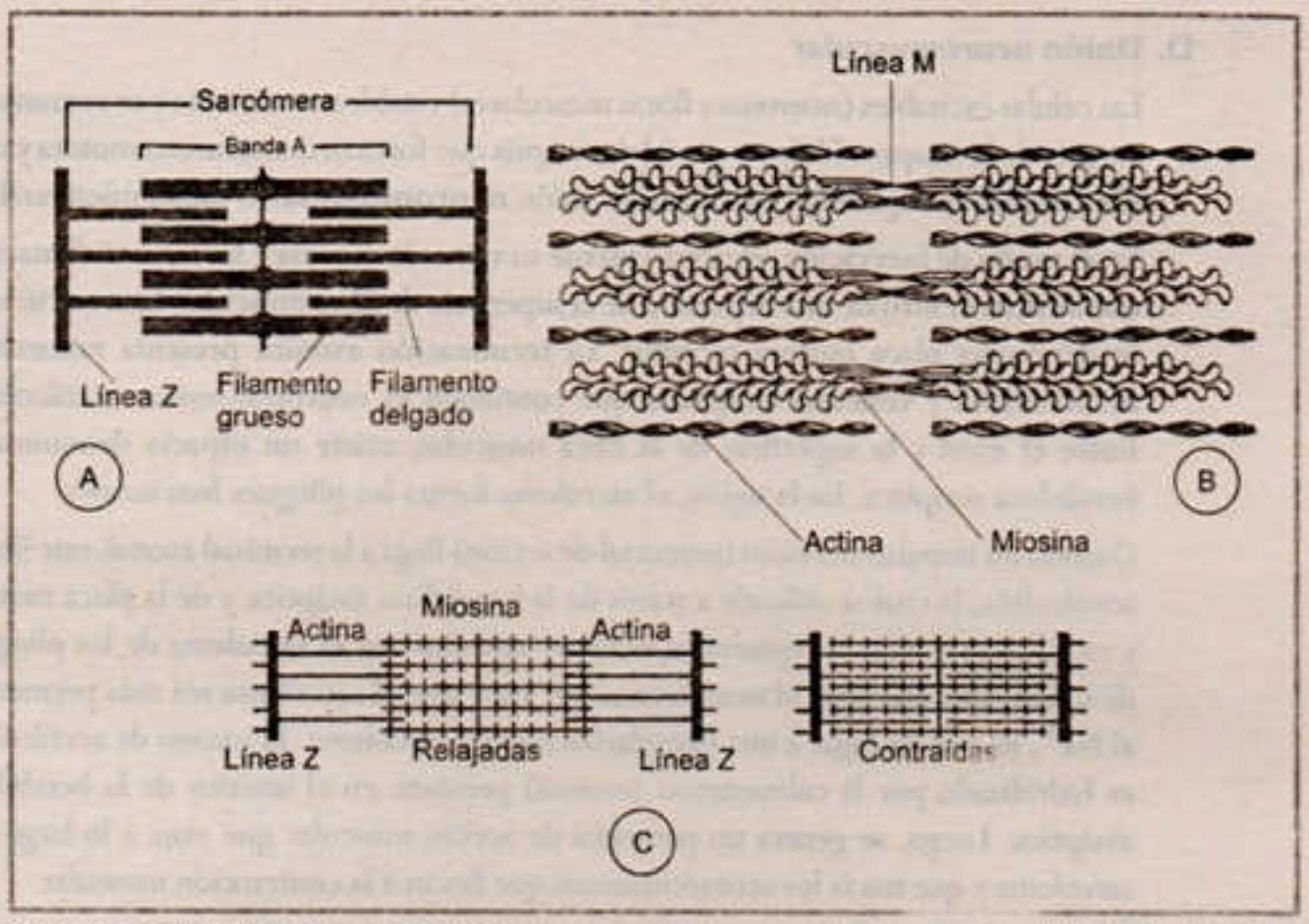
La fibra muscular estriada esquelética posee numerosos núcleos (a veces más de un centenar), son ovoides y periféricos y se localizan debajo del sarcolema.



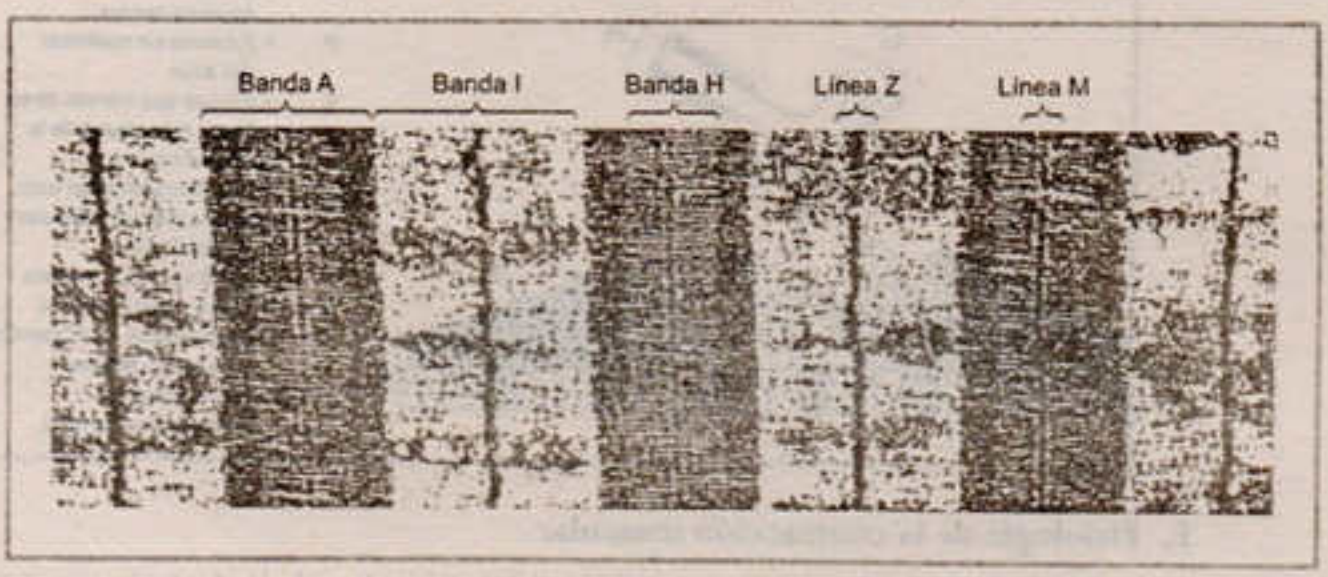
Estructura interna de la fibra muscular y miofibrilla

C. Unidad motora

Una unidad motora está formada por una neurona motora y todas las fibras musculares que ella inerva. Todas las fibras musculares de una unidad motora se contraen y relajan al mismo tiempo. Los músculos que controlan movimientos precisos, como la producción de voz por la laringe, pueden tener tan sólo dos o tres fibras por unidad motora, en cambio, los músculos responsables de movimientos potentes y poco precisos, como el bíceps braquial en el brazo, pueden llegar a tener hasta 2000 fibras musculares por unidad motora.



(A) Disposición de los filamentos delgados (actina) y gruesos (miosina) en el músculo esquelético. (B) Relación detallada de la miosina con la actina. (C) Deslizamiento de la actina sobre la miosina durante la contracción, de modo que las líneas Z se acercan más entre sí. Obsérvese que los filamentos gruesos de miosina invierten la polaridad en la línea M de la parte media de la sarcómera.



Microfotografía electrónica de una porción de miofibrilla de músculo estriado

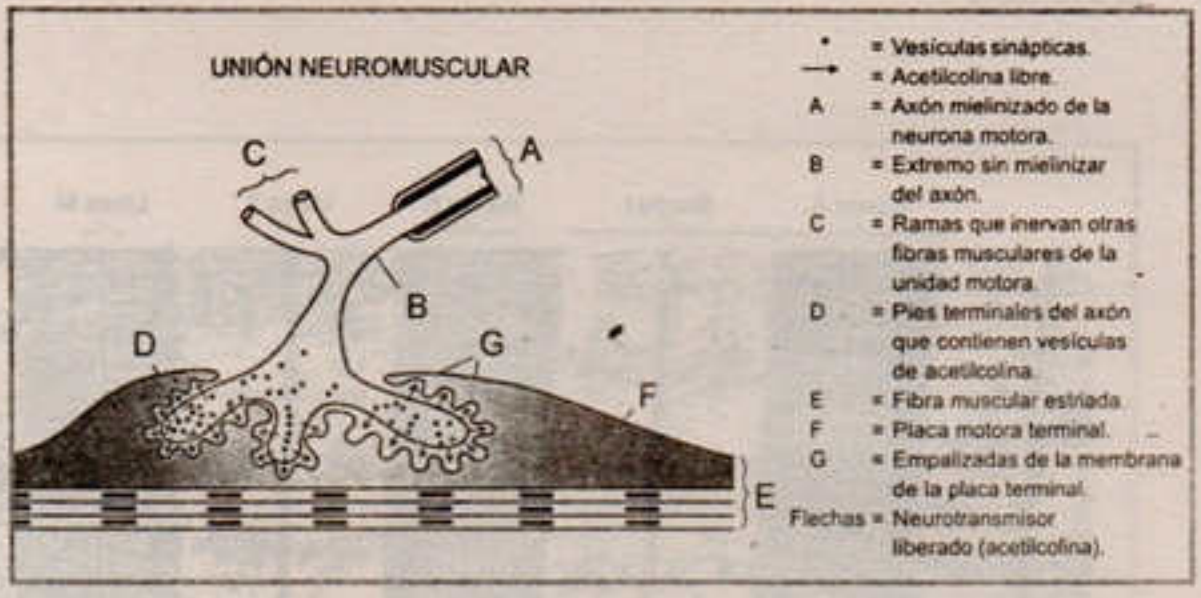
D. Unión neuromuscular

Las células excitables (neuronas y fibras musculares) establecen contacto y se comunican a través de la sinapsis. El tipo especial de sinapsis que forman una neurona motora y una fibra muscular esquelética es la llamada unión **neuromuscular** o unión mioneural.

En el punto de inervación, el nervio pierde su vaina de mielina y forma una dilatación que se sitúa dentro de una depresión de la superficie de fibra muscular. Esta estructura se denomina placa motora terminal. La terminación axónica presenta numerosas mitocondrias y vesículas sinápticas que contienen el neurotransmisor acetilcolina. Entre el axón y la superficie de la fibra muscular, existe un espacio denominado hendidura sináptica. En la unión, el sarcolema forma los pliegues funcionales.

Cuando un impulso nervioso (potencial de acción) llega a la terminal axonal, este libera acetilcolina, la cual se difunde a través de la hendidura sináptica y de la placa motora y va a fijarse a unos receptores específicos, situados en el sarcolema de los pliegues de unión. La unión con el neurotransmisor hace que el sarcolema sea más permeable al Na^+, lo cual da lugar a una despolarización del sarcolema. El exceso de acetilcolina es hidrolizado por la colinesterasa (enzima) presente en el interior de la hendidura sináptica. Luego, se genera un potencial de acción muscular que viaja a lo largo del sarcolema y que inicia los acontecimientos que llevan a la contracción muscular.

En la mayoría de las fibras musculares esqueléticas, solo existe una unión neuromuscular para cada fibra muscular, situada cerca del punto medio de la misma.

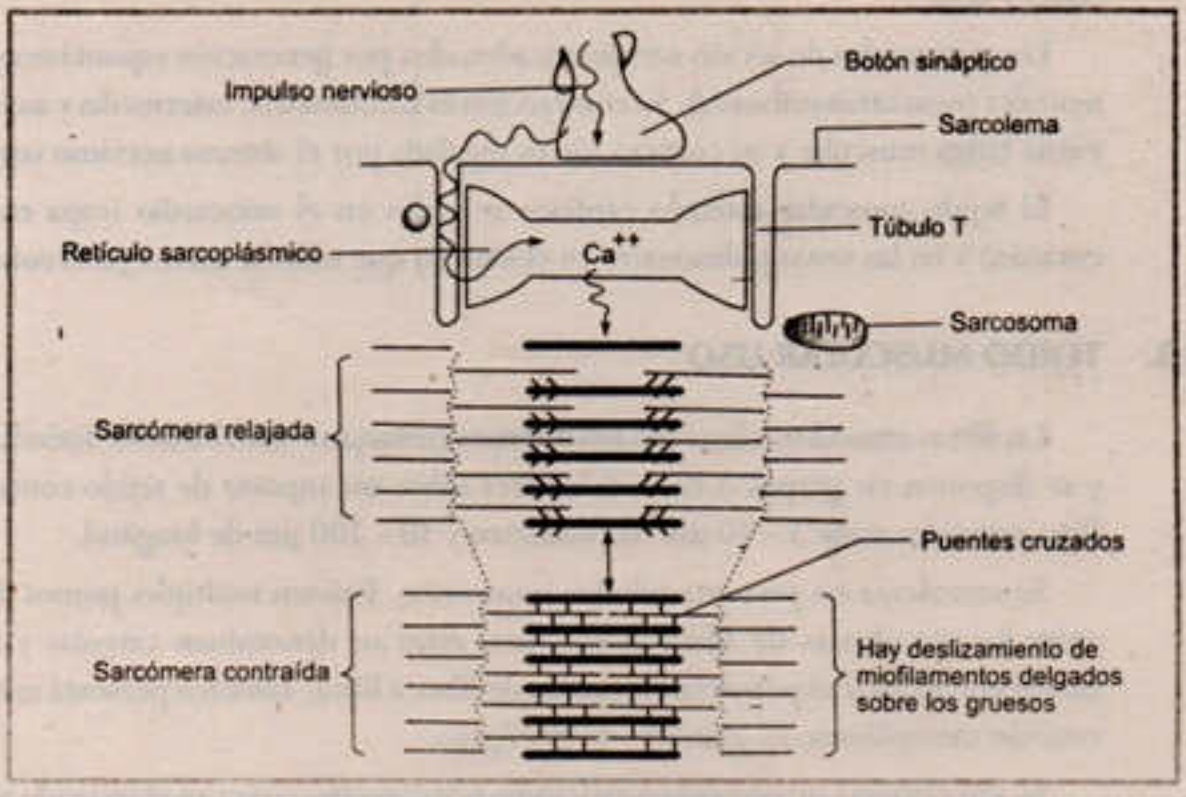


E. Fisiología de la contracción muscular

Los eventos de la contracción muscular pueden resumirse de la siguiente manera:

- Llegada del impulso nervioso al sarcolema de la fibra muscular, provocando la despolarización de ésta.

- Se genera el potencial de acción y se conduce por todo el sarcolema llegando a través de los túbulos T, a la membrana de las cisternas terminales del retículo sarcoplásmico (tríada).
- El potencial de acción, en las cisternas, produce la salida del calcio hacia el sarcoplasma.
- El calcio interactúa con la troponina y provoca el desplazamiento de la actina sobre la miosina acortando, la longitud de la sarcómera. La banda I se acorta, las líneas Z se acercan, la banda H desaparece y la banda A no se modifica. La contracción de la fibra muscular estriada es voluntaria y rápida.
- El calcio rápidamente es bombeado hacia las cisternas terminales y cesa la contracción. El calcio es bombeado por transporte activo mediante la bomba de calcio localizada en la membrana del retículo sarcoplásmico.
- Todo este proceso consume energía que es aportada por los ATP generados en la mitocondria. Esta energía puede agotarse y sobreviene la fatiga muscular.

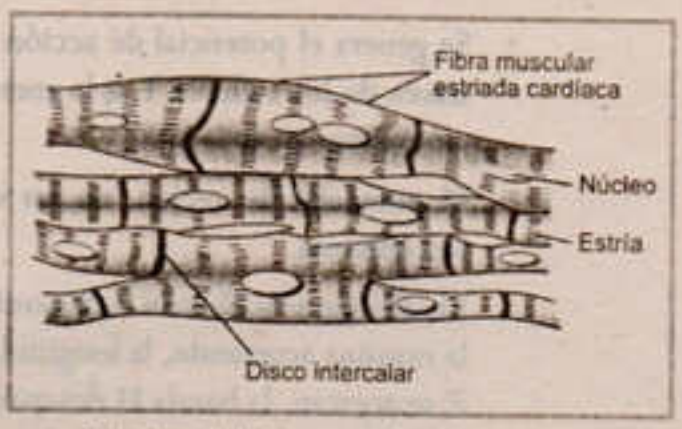


Fisiología de la contracción muscular

3.2. TEJIDO MUSCULAR ESTRIADO CARDIACO

Las fibras musculares estriadas cardíacas son cilíndricas y poseen uno o dos núcleos, estos son ovalados y de posición central. Los miocitos están unidos entre sí mediante discos intercalares que son estructuras formadas por el contacto de dos sarcolemas

adyacentes. Se disponen, por tanto, formando una red celular (miocardio). A través de los discos intercalares el potencial de acción viaja de fibra en fibra transmitiéndose por todo el tejido.



Estructura de la fibra muscular estriada cardiaca

El retículo sarcoplásmico del músculo cardiaco no forma cisternas terminales como sucede en el músculo esquelético, tampoco posee tríadas, en vez de ello presenta díadas. A diferencia de lo que ocurre en el músculo esquelético, las díadas están localizadas en la vecindad de la línea Z.

Las células del músculo auricular contienen gránulos (en especial la aurícula derecha), que albergan al péptido auricular natriurético, cuya función es disminuir la presión arterial. Este péptido actúa disminuyendo la capacidad de los túbulos renales para reabsorber sodio y agua.

Los potenciales de acción son desencadenados por generación espontánea y estímulos neurales (neurotransmisores). Su contracción es involuntaria, intermedia y autónoma. No existe fatiga muscular y su contracción es regulada por el sistema nervioso vegetativo.

El tejido muscular estriado cardiaco se ubica en el miocardio (capa muscular del corazón) y en las venas pulmonares en el sitio en que estas se unen con el corazón.

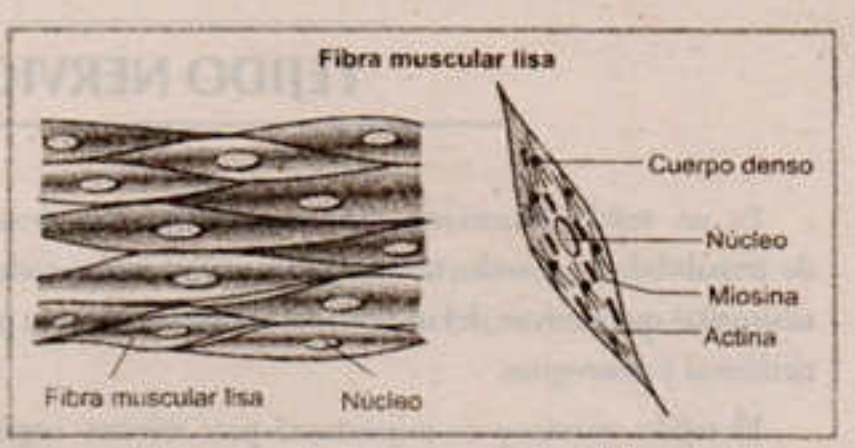
3.3. TEJIDO MUSCULAR LISO

Las fibras musculares lisas son **fusiformes** (semejante a un balón de fútbol americano) y se disponen en grupos o haces laminares sobre un soporte de tejido conectivo. Cada fibra muscular mide 5 - 10 µm de diámetro y 30 - 200 µm de longitud.

Su sarcolema no presenta túbulos transversos. Existen múltiples puntos de contacto entre las sarcolemas de fibras adyacentes, estas se denominan caveolas y tienen por finalidad conducir el potencial de acción de fibra a fibra. También presenta mitocondrias, retículo sarcoplásmico y gránulos de glucógeno.

Su sarcoplasma no presenta estriaciones transversales como en el músculo esquelético, pero sí tienen miofilamentos de actina y miosina dispuestas en forma paralela al eje mayor de la célula, los filamentos de actina se insertan en los cuerpos densos. El tejido muscular liso posee también filamentos intermedios, estos se encuentran unidos a los cuerpos densos, los cuales tienen características similares a las líneas Z del músculo estriado. Algunos cuerpos densos están dispersos por todo el citoplasma; otros están unidos al sarcolema. El mecanismo de deslizamiento de filamentos, que incluye los miofilamentos

delgados y gruesos durante la contracción, genera tensión que se transmite a los filamentos intermedios. Estos, en cambio, jalan los cuerpos densos que están unidos al sarcolema, lo cual causa un acortamiento de la fibra muscular.



Su núcleo es único, ovalado y de posición central. Al contraerse la célula, el núcleo se dobla sobre sí mismo, disminuyendo su longitud.

La producción de potenciales de acción se puede desencadenar de varias maneras (estímulo neural, acción hormonal, generación espontánea, etc.). La contracción del músculo liso es involuntaria, lenta y sostenida, en forma permanente o en ondas rítmicas, y están bajo el control del sistema nervioso vegetativo. Existe, asimismo, fatiga muscular.

Encontramos tejido muscular liso en el tubo digestivo, vías urinarias, vías respiratorias, vasos sanguíneos, útero, trompas uterinas y vías espermáticas. Existen dos tipos de tejido muscular liso:

3.3.1. Músculo liso visceral (unitario)

Se encuentra en forma de hojas que envuelven y forman parte de las paredes de las arterias pequeñas y las venas, así como de las vísceras huecas como el estómago, los intestinos, el útero y la vejiga urinaria. Cuando una neurona, hormona o mecanismo de automatismo estimula a una fibra, el potencial de acción muscular viaja sobre las otras fibras, de tal manera que se presenta la contracción en forma de una onda sobre muchas fibras adyacentes. Mientras la fibra muscular esquelética se contrae como unidad individual, las células musculares viscerales se contraen en secuencia en la medida que se disemina el potencial de acción de una célula a otra.

3.3.2. Músculo liso multiunitario

Está constituido por fibras individuales, cada unas de las cuales tiene su propia terminal nerviosa motora. Mientras la estimulación de una sola fibra muscular visceral provoca la contracción de muchas fibras adyacentes, la estimulación de una sola fibra multiunitaria causa la contracción solo de esa fibra. En este sentido, el tejido muscular multiunitario es igual que el tejido muscular esquelético.

El tejido muscular liso multiunitario se localiza en las paredes de las grandes arterias, en las grandes vías aéreas de los pulmones, en el músculo erector del pelo y en los músculos intrínsecos del ojo como es el iris.

TEJIDO NERVIOSO

Es un tejido altamente especializado que ha desarrollado al máximo las propiedades de irritabilidad y conductibilidad. Se origina del ectodermo, excepto las microglias (tipo de neuroglia) que derivan del mesodermo. Está constituido principalmente por dos tipos de células: neuronas y neuroglias.

El tejido nervioso es importante para nuestro organismo, ya que a través de sus células llamadas neuronas controlan y regulan las principales funciones orgánicas.

1 LA NEURONA

Es la célula nerviosa altamente especializada en la generación, conducción y transmisión de impulsos nerviosos. Es la unidad anatómica, fisiológica y genética del tejido nervioso. No se reproducen porque carecen de centriolo. Requiere un gran aporte de O_2 y glucosa, debido a su metabolismo alto.

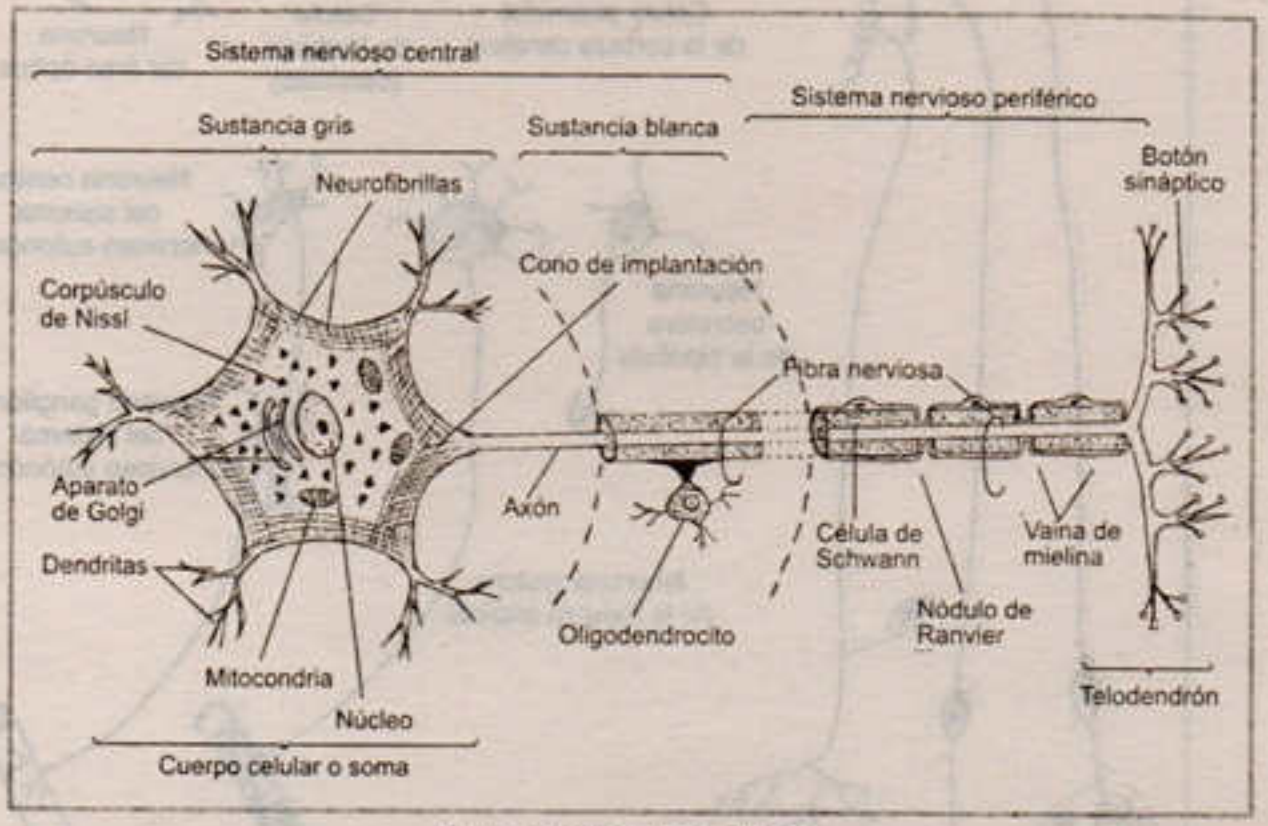
1.1. ESTRUCTURA

Las neuronas poseen tres porciones: cuerpo celular o soma, dendritas y axón. El **soma o cuerpo celular** contiene un núcleo rodeado de citoplasma en el que existen organelas típicas, como lisosomas, mitocondrias y aparato de Golgi. Muchas neuronas contienen, también, inclusiones citoplasmáticas, como el pigmento lipofucsina, que vendría a ser un producto terminal de la actividad de las lisosomas que se acumula a medida que el sujeto envejece.

La sustancia cromatófila o corpúsculo de Nissl también forma parte del citoplasma, al igual que las neurofibrillas. La sustancia cromatófila corresponde al retículo endoplásmico rugoso y es el lugar donde se sintetizan las proteínas. Estas proteínas se utilizan para el crecimiento de las neuronas y para la regeneración de los axones periféricos dañados. Las neurofibrillas están formadas por filamentos intermedios y constituyen el citoesqueleto responsable del sostén y de la forma de la célula.

Las neuronas poseen dos tipos de **prolongaciones**: dendritas y axones. Las dendritas son prolongaciones generalmente múltiples cortas y ramificadas. Mayormente, las dendritas no están mielinizadas. Su citoplasma contiene sustancia cromatófila, mitocondrias y otras organelas. Se encargan de conducir impulsos nerviosos aferentes (centrípetos), es decir, de la periferie al soma.

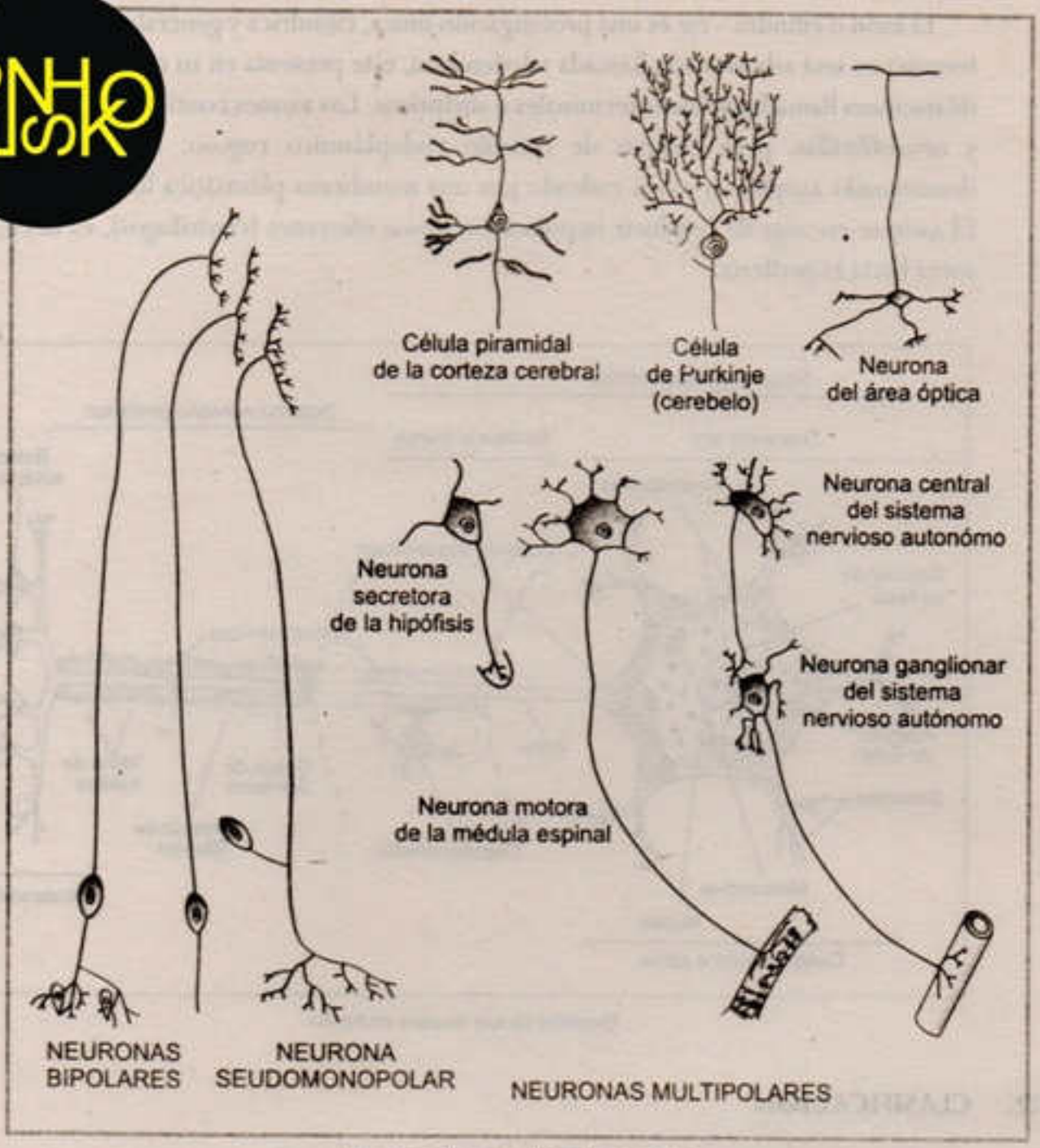
El axón o cilindro - eje es una prolongación única, cilíndrica y generalmente larga que termina en una arborización llamada teledendrón, este presenta en su extremo final unas dilataciones llamadas botones terminales o sinápticos. Los axones contienen mitocondrias y neurofibrillas, pero carecen de retículo endoplásmico rugoso. Su citoplasma es denominado axoplasma y está rodeado por una membrana plasmática llamada axolema. El axón se encarga de conducir impulsos nerviosos eferentes (centrífugos), es decir, del soma hacia la periferia.



Esquema de una neurona multipolar

1.2. CLASIFICACIÓN

Desde el punto de vista estructural, las neuvronas se dividen en tres tipos: **Neuronas multipolares**, son aquellas que tienen varias dendritas y un solo axón. La mayoría de las neuronas del encéfalo y de la médula espinal son de este primer tipo. **Neuronas bipolares**, son aquellas que solo tienen una dendrita y un axón. Las encontramos en la retina del ojo, en el oído interno y en el área olfatoria del encéfalo. **Neuronas unipolares** (*seudounipolares*) son aquellas que poseen una sola proyección que sale del cuerpo neuronal y son siempre neuronas sensitivas. Se originan en el embrión a partir de neuronas bipolares, pero, durante el desarrollo, el axón y la dendrita se unen en una sola proyección que, después, a corta distancia del cuerpo celular, se divide en dos ramas.



Esquema de algunos tipos de neuronas

Desde el punto de vista fisiológico, es decir, tomando en cuenta la dirección en que se transmiten los impulsos nerviosos, las neuronas se dividen en tres tipos: **Neuronas aferentes**, son aquellas que transmiten los impulsos nerviosos sensitivos desde los receptores de la piel, los órganos de los sentidos, los músculos, las articulaciones y las vísceras hacia el encéfalo y la médula espinal. **Neuronas eferentes**, que conducen los impulsos nerviosos motores desde el encéfalo y la médula espinal a los órganos efectores (músculo o glándula). **Neuronas de asociación**, también llamadas interneuronas, conducen los impulsos nerviosos desde una neurona a otra. La mayoría de las neuronas del organismo son de este tipo.

2 FIBRA NERVIOSA

El axón y sus membranas envolventes constituyen las fibras nerviosas, estas son de dos tipos:

2.1. FIBRAS MIELÍNICAS (RICAS EN MIELINA)

Las células que envuelven al axón (células de Schwann u oligodendrocito) se arrollan en espiral y sus membranas forman un complejo lipoproteíco denominado mielina, esta es discontinua ya que se interrumpe a intervalos regulares formando los nodos de Ranvier (área desprovista de mielina). La mielina permite que el impulso nervioso sea conducido a mayor velocidad. La mielina es formada en el sistema nervioso central (SNC) por los oligodendrocitos y en el sistema nervioso periférico (SNP) por las células de Schwann. La envoltura de mielina se llama vaina de mielina.

2.2. FIBRAS AMIELÍNICAS (POBRES EN MIELINA)

Las células que envuelven al axón (célula de Schwann u oligodendrocito) forman una vaina simple, continua sin arrollamiento. Conducen el impulso nervioso a menor velocidad que las fibras mielínicas.

3 FISIOLOGÍA NEURONAL

La neurona posee tres propiedades fisiológicas: **excitabilidad**, que es la capacidad de generar impulsos nerviosos (potenciales de acción) como respuesta a estímulos físicos, químicos o eléctricos; **conductibilidad**, que es la capacidad de conducir los impulsos nerviosos que la excitación origina a través de su membrana; **transmisibilidad**, que es la capacidad para transmitir el impulso eléctrico a otra célula, esta se expresa a través de la sinapsis.

Por tanto, la neurona para enviar mensajes de un lugar a otro del organismo lo hace mediante los impulsos nerviosos, los cuales constan de tres eventos:

3.1. GENERACIÓN DEL IMPULSO NERVIOSO

Los impulsos nerviosos se generan como respuesta a un determinado estímulo físico, químico o eléctrico de la membrana neuronal. Se lleva a cabo a nivel del cuerpo neuronal, como producto de las múltiples sinapsis que ocurren en sus dendritas, en el cuerpo neuronal e incluso en el axón neuronal. Resultado de ello se genera un fenómeno eléctrico en la membrana citoplásmatica, el cual se dirige hacia el axón.

3.2. CONDUCCIÓN DEL IMPULSO NERVIOSO

Se lleva a cabo a través del axón, siendo un proceso de naturaleza eléctrica, en el cual el impulso nervioso es conducido a través de la membrana axonal. Comprende los siguientes eventos:

3.2.1. Despolarización

Si estimulamos la membrana de una célula excitable con un estimulo umbral, esta se torna muy permeable al sodio (Na^+). El sodio es un ión positivo, mucho más abundante en el medio extracelular que en el medio intracelular, por lo tanto, penetra al intracelular, como consecuencia de ello, el intracelular modifica su polaridad de negativo(–) a positivo(+).

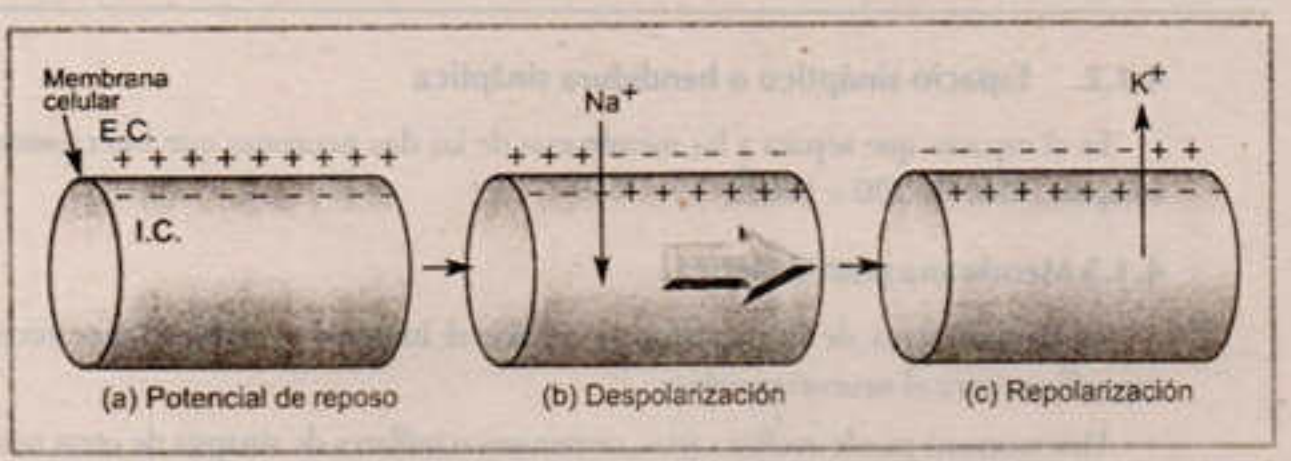
3.2.2. Repolarización

Viene a ser la restauración del potencial de reposo. Esto se debe a que la permeabilidad de la membrana para el Na^+ disminuye rápidamente, mientras se torna muy permeable al potasio (K^+). El potasio es un ión positivo (K^+), mucho más abundante en el medio intracelular que en el medio extracelular, por lo tanto, el K^+ sale al extracelular y, como consecuencia de ello, el intracelular modifica su polaridad de positivo a negativo.

Ambas fases (despolarización y repolarización) constituyen un potencial de acción. El potencial de acción de una neurona tiene una duración de 1-2 milisegundos. En las fibras amielínicas, el impulso nervioso es conducido por una sola onda contínua.

Después del paso de esta onda, la membrana vuelve a un estado de reposo. Esto es posible gracias a un mecanismo de transporte activo de iones, que repone el Na^+ y el K^+ en ambos lados de la membrana axonal, en las concentraciones en que se encontraban antes del paso de la onda despolarizante. Esta onda es conducida hacia el telodendrón, donde provoca la liberación del neurotransmisor.

En las fibras mielínicas, estas alteraciones de la membrana solamente se dan a nivel de los nódulos de Ranvier, por tanto, el impulso nervioso salta de un nodo de Ranvier a otro; este tipo de conducción se denomina **saltatoria** y es más veloz que la conducción continua de las fibras nerviosas amielínicas.



En (a) el extracelular (EC) está cargado positivamente, y negativamente en el intracelular (IC), ante un estímulo, las cargas eléctricas se invierten (b) debido al ingreso del Na^+ al IC desencadenando la despolarización. En (c) las cargas vuelven al estado inicial gracias a la salida del K^+ (repolarización)

3.2.3. Transmisión del impulso nervioso

Los impulsos nerviosos se transmiten de una neurona a otra o una célula efectora (fibra muscular o celular glandular). Se lleva a cabo mediante la sinapsis.

4 LA SINAPSIS

Es la zona de contacto funcional entre dos neuronas, a través de la cual se produce la transmisión del impulso nervioso. Se considera también como sinapsis a la unión funcional entre una neurona y una célula muscular o célula glandular. La sinapsis más frecuente es entre un axón y una dendrita (axodendrítica), aunque también puede ser entre el axón y el cuerpo celular (axosomática) o entre dos axones (axoaxónicas).

La transmisión de impulsos nerviosos, a través de la sinapsis, es de tipo eléctrico o de tipo químico.

4.1. LAS SINAPSIS QUÍMICAS

Vienen a ser el modo de comunicación más frecuente entre dos células nerviosas. Este tipo de sinapsis presenta los siguientes componentes:

4.1.1. Botón sináptico o terminal (membrana presináptica)

Es la ramificación terminal dilatada del axón que trae el impulso nervioso (neurona presináptica). Contiene numerosas mitocondrias y vesículas sinápticas, estas contienen unas sustancias químicas denominadas neurotransmisores (acetilcolina, noradrenalina, adrenalina, serotonina, etc).

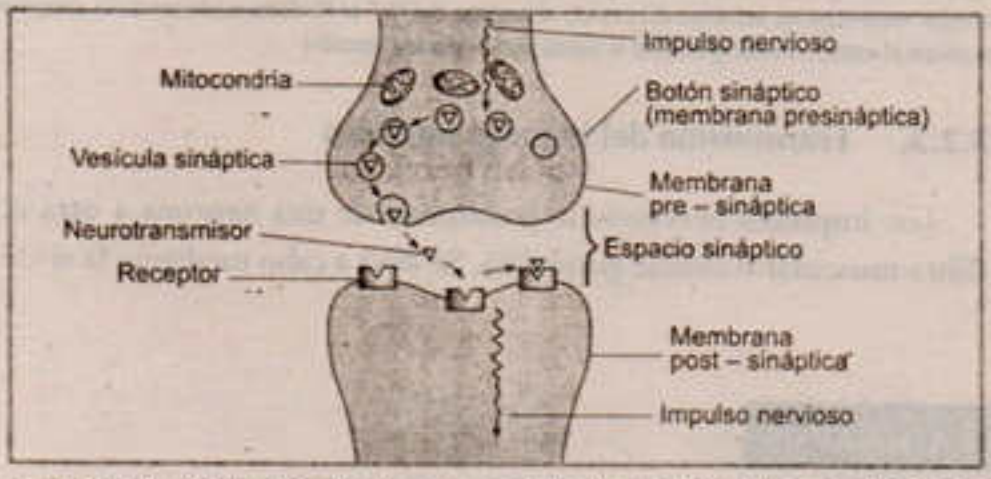
4.1.2. Espacio sináptico o hendidura sináptica

Es el espacio que separa a las membranas de las dos neuronas que intervienen en la sinapsis. Mide de 200 - 300 Å

4.1.3 Membrana post-sináptica

Es la membrana de la neurona que recibe el impulso nervioso. Posee receptores específicos para el neurotransmisor.

Una neurona puede recibir varias, centenares o millares de sinapsis de otras neuronas.



En la Sinapsis, el neurotransmisor (mensajero químico) es liberado de la vesícula sináptica hacia el espacio sináptico, que luego se unirá a su receptor específico presente en la membrana post-sináptica. Mediante este mecanismo se permite la transmisión del impulso nervioso.

4.2. LAS SINAPSIS ELÉCTRICAS

Son poco frecuentes en los mamíferos. Se encuentran en el tronco encefálico, retina y corteza cerebral. Las sinapsis eléctricas suelen estar representadas por uniones comunicantes o de intersticio que permiten el paso libre de iones desde una célula hacia otra. La transmisión de impulsos nerviosos es mucho más rápida a través de las sinapsis eléctricas que a través de las químicas.

5 LOS NEUROTRANSMISORES

Los neurotransmisores son sustancias químicas de origen neural que se liberan en una sinapsis y cuya acción tiene lugar en la membrana postsináptica.

Tanto en el sistema nervioso central (SNC) como en el sistema nervioso periférico (SNP), existen neurotransmisores excitadores e inhibidores. A veces, el mismo neurotransmisor tiene un efecto excitador en unas localizaciones e inhibidor en otras. La respuesta que se produce dependede la naturaleza del receptor que capta al neurotransmisor.

El neurotransmisor mejor conocido es la acetilcolina (Ach), liberado por muchas de las neuronas del SNP y algunas del SNC. La Ach es un neurotransmisor excitador en la unión neuromuscular. También tiene un efecto inhibidor en otras sinapsis. Un ejemplo son las fibras parasimpáticas del nervio vago (X par craneal) que inervan el corazón; la Ach disminuye la frecuencia cardiaca a través de estas sinapsis inhibidoras.

Varios aminoácidos actúan como neurotransmisores en el SNC. El glutamato (ácido glutámico) y el aspartato (ácido aspártico) tienen potentes efectos excitadores. El ácido gamma-aminobutírico (GABA) y la glicina también son importantes neurotransmisores inhibidores. El GABA es el neurotransmisor inhibidor más frecuente, encontrándose, quizá, en la tercera parte de todas las sinapsis encefálicas.

Los neurotransmisores catecolamínicos (noradrenalina, adrenalina y dopamina) son sintetizados a partir del aminoácido tirosina y resultan ser excitadores en algunas sinapsis e inhibidores en otras.

6 Las neuroglías (glías)

Son células que se encargan de sostener, proteger, nutrir y reparar a las neuronas. Son las células más numerosas del tejido nervioso (por cada neurona existen aproximadamente 10 neuroglias); pero, por ser muy pequeñas, ocupan aproximadamente la mitad del volumen del tejido. Tienen capacidad de reproducción (realizan mitosis), pero no generan ni transmiten impulsos nerviosos. En los casos de lesión traumática, la neuroglia se multiplica para llenar los espacios que antes ocupaban las neuronas. Existen cinco tipos de neuroglias:

6.1. ASTROCITOS

Son los más grandes y se localizan tanto en la sustancia blanca como en la sustancia gris del SNC. Tienen forma estrellada y abundantes ramificaciones, algunas de las cuales se dirigen a los vasos sanguíneos formando los denominados pies vasculares o "pies chupadores", proporcionando nutrición a la neurona. Forman parte de la barrera hematoencefálica, esta tiene por finalidad proteger a las neuronas del sistema nervioso central (SNC) contra fármacos tóxicos, toxinas bacterianas y otras sustancias nocivas que pueden estar presentes en la sangre. Se reclutan astrocitos en las zonas lesionadas del SNC; en las que forman cicatrices.

6.2. OLIGODENDROCITOS

Son elementos celulares menores que los astrocitos, que se caracterizan por presentar escasas y cortas prolongaciones protoplasmáticas. Se encuentran tanto en la sustancia blanca como en la gris, presentándose en esta última principalmente en la proximidad de

los cuerpos celulares de las neuronas, constituyendo las células satélites. La mayoría de las células satélites del sistema nervioso central son oligodendrocitos. Conjuntamente con los astrocitos forman la macroglía. Los oligodendrocitos se encargan de producir mielina en el sistema nervioso central.

6.3. MICROGLIAS

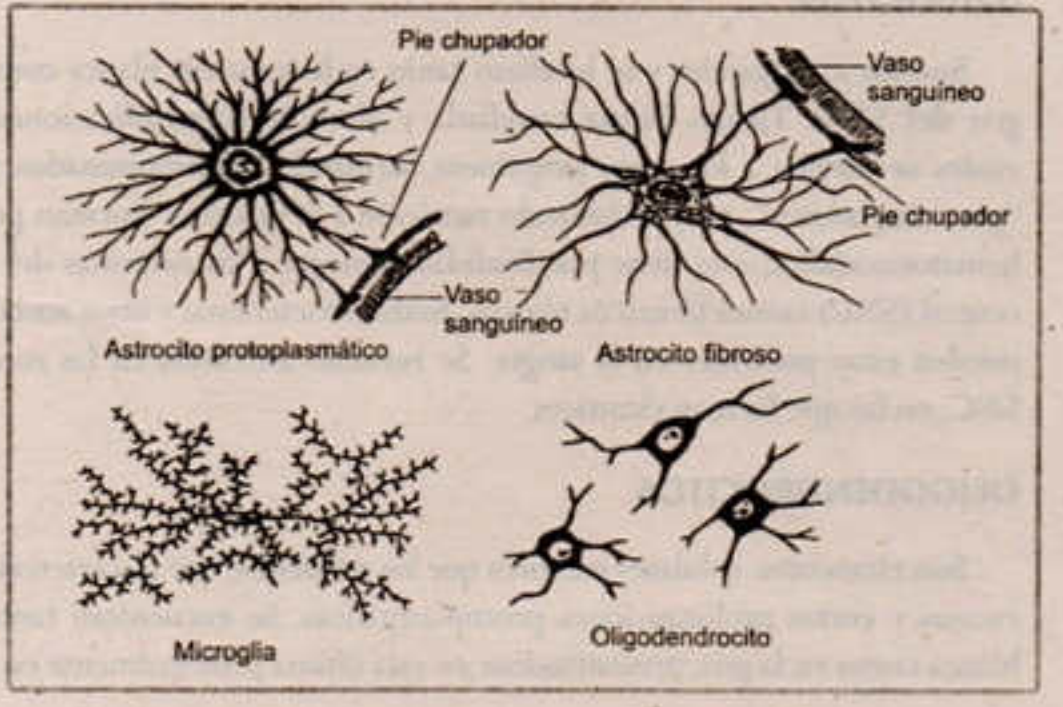
Son los macrófagos del tejido nervioso y forman parte de la población de células fagocíticas mononucleares. Se encargan de fagocitar elementos extraños. Es la única célula del tejido nervioso que deriva del mesodermo, a diferencia de las demás células que derivan del ectodermo.

6.4. CÉLULAS EPENDIMARIAS

Se encuentran revistiendo los ventrículos del encéfalo y de la médula espinal y están en contacto inmediato con el líquido cefalorraquídeo que se encuentra en estas cavidades. En el embrión, las células ependimarias son ciliadas y algunas permanecen así en el adulto.

6.5. CÉLULAS DE SCHWANN

A diferencia de las otras neuroglias, las células de Schwann están localizadas en el sistema nervioso periférico, en el cual envuelven a los axones. Pueden formar dos tipos de cubiertas sobre estos axones: mielínicas y no amielínicas. Los axones, que tienen mielina envuelta a su alrededor, se conocen como nervios mielínicos.



Lectura 1

Biología celular del cáncer

Los aspectos característicos que definen al cáncer son dos: el crecimiento celular no regulado por señales externas (es decir, autónomo) y la capacidad de invadir tejidos y metastatizar, y colonizar lugares a distancia. El primero de estos aspectos, el crecimiento incontrolado de células anormales, es una propiedad de todas las neoplasias o nuevos tumores. Una neoplasia puede ser benigna o maligna. Si existe invasión, el segundo aspecto cardinal del cáncer, la neoplasia es maligna. Cáncer es sinónimo de *neoplasia maligna*. Los cánceres de tejidos epiteliales se denominan *carcinomas*, y los de tejidos no epiteliales (mesenquimatosos), *sarcomas*.

El cáncer es una enfermedad genética, pero el nivel de su expresión es una única célula. Aunque existen ciertos tipos de cáncer hereditarios, la mayoría de las mutaciones se producen en células somáticas y están producidas por errores intrínsecos de la replicación del ADN o son provocadas por exposición a carcinógenos. No suele ser suficiente con una única lesión genética para provocar la transformación neoplásica de una célula. El fenotipo maligno sólo se obtiene después de que varias mutaciones (de 5 a 10, y normalmente producidas a lo largo de muchos años) provoquen alteraciones en diversos productos génicos. Cada alteración genética puede provocar cambios fenotípicos representados en los tejidos epiteliales por la progresión desde hiperplasia, pasando sucesivamente por adenoma, displasia y carcinoma *in situ*, hasta carcinoma invasor. La resistencia a la transformación neoplásica se debe a los niveles de control que existen en todas las fases de la función celular. Las anomalías de la función de una proteína pueden ser compensadas por otras proteínas y vías. Puede establecerse una analogía entre el complejo comportamiento de las sucesiones de señales que interactúan y las redes nerviosas diseñadas por ordenador que pueden adaptarse o capacitarse para reconocer patrones de señales aferentes complejas y responder a cada uno con un tipo específico de señales eferentes.

Los más de 200 tipos de células del organismo no son igual de susceptibles para desarrollar cáncer. Algunas como los miocitos cardíacos, las células receptoras sensoriales para la luz y el sonido, y las fibras de cristalino permanecen a lo largo de toda la vida sin dividirse o ser reemplazadas. Las neoplasias de estos tejidos son sumamente raras. Los tejidos más diferenciados experimentan un recambio caracterizado por muerte celular y reemplazo. Cuando las velocidades de recambio natural son lentas, puede inducirse la proliferación de células totalmente diferenciadas para producir células hijas completamente diferenciadas. Por ejemplo, los hepatocitos son capaces de dividirse para reemplazar al tejido hepático envejecido, lesionado o extirpado por cirugía.

En los tejidos con recambio rápido, como la piel, la médula ósea y el intestino, la función diferenciada y la de reemplazo son desempeñadas por diferentes tipos de células. En circunstancias normales, una célula individual se encuentra en una de dos vías que son mutuamente excluyentes: división o diferenciación. Las células capaces de dividirse son indiferenciadas (células madre), mientras que las

células totalmente diferenciadas son incapaces de dividirse. Las células madre producen células hijas que pueden convertirse en nuevas células madre (reponiendo así el compartimiento de las células madre) o experimentar una diferenciación completa, según las circunstancias y las señales del medio. Las células madre se distinguen de las células en proceso de diferenciación por los distintos patrones de expresión génica. La expresión génica es el producto de la interacción entre la programación para esa misma expresión genética específica del tejido y factores ambientales como el contacto célula a célula; las interacciones con la matriz extracelular; hormonas de secreción endocrina; factores de crecimiento y diferenciación paracrinos; y agresiones como el calor, la oxidación, la irradiación y la deformación o tracción físicas.

El cáncer es más frecuente en los tejidos con recambio rápido, sobre todo en los expuestos a carcinógenos ambientales y aquellos cuya proliferación está regulada por hormonas. Las alteraciones genéticas más comunes consisten en la activación de protooncogenes o la inactivación de genes supresores de tumores. Aunque la lesión genética es prácticamente universal en el cáncer humano, pueden obtenerse células con características neoplásicas *in vitro* sin lesión genética.

La extracción de células del epiblasto de un embrión de ratón y su cultivo *in vitro* determina la proliferación incontrolada de células y la formación de una línea celular de teratocarcinoma capaz de producir tumores cuando se inocula en animales. La extracción de éstas células embrionarias normales de su ambiente provoca un crecimiento incontrolado. Sin embargo, si las células del teratocarcinoma se vuelven a inyectar en un embrión temprano, bajo la influencia inductora de sus vecinas normales pueden diferenciarse en órganos y tejidos normales adecuados para el lugar donde se inyectan.

Por tanto, los factores ambientales ejercen un potente efecto sobre la expresión genética de las células efectoras. El conjunto de señales recibidas por una célula determinada conducen a la activación de grupos concretos de factores de transcripción. El patrón de expresión de factores de transcripción determina que una célula se divida, se diferencie o muera.

Fuente: *Medicina interna*. Harrison. Pág. 575

twitter.com/calapenshko

Lectura 2

Acné, su repercusión psicosocial

El acné es una enfermedad polimorfa que compromete el folículo pilosebáceo. Su etiología se encuentra en constante revisión, aunque hasta el presente su origen se considera multifactorial. Se trata de la enfermedad de la piel más común y la que motiva más consultas al dermatólogo en todo el mundo. El mayor número de casos se da entre los adolescentes, con una incidencia cercana al 80% para la población comprendida entre los 11 y los 30 años. En los varones el pico de incidencia se sitúa entre los 16 y los 19 años, y en las mujeres entre los 14 y los 16 años.

Aunque la gran mayoría considera que el acné es una enfermedad típica de la adolescencia, la observación clínica demuestra que afecta tanto a neonatos como a adultos, con diferentes patrones de presentación. La importancia de su aparición temprana neonatal, como factor de predicción de la enfermedad en etapas posteriores de la vida, es un hecho en constante discusión y aún no ha sido determinado.

La etiología del acné se encuentra en plena investigación. En la actualidad se describen cuatro factores etiológicos mayores: la queratinización anormal del epitelio folicular, el incremento en la producción del sebo, la proliferación bacteriana anormal y la inflamación del tejido perifolicular.

La hipercornificación del conducto pilosebáceo llevaría a la obstrucción del conducto folicular por restos córneos. Se iniciaría así la comedogénesis con taponamiento perifolicular. Toda esta secuencia patogénica explicaría la gran variedad de manifestaciones clínicas y los diferentes grados de severidad con que puede presentarse un paciente con acné.

El acné presenta un gran polimorfismo lesional determinado por el grado de afectación folicular. Cuanto mayor es la inflamación y la destrucción de la citoarquitectura folicular normal, mayor es el compromiso clínico del paciente. Los comedones son las lesiones patognomónicas y representan un grado mínimo de compromiso folicular, denotan la obstrucción del conducto del conducto pilosebáceo con acumulación de material córneo en su interior. El comedón cerrado (punto blanco) se caracteriza por una micropápula folicular apenas elevada, blanca, que si se exprime elimina material sebáceo. El comedón abierto (punto negro) es una etapa posterior a la anterior en el cual la apertura del orificio de salida folicular permite el ingreso de sustancias, debido a lo cual su contenido adquiere un color oscuro. La forma comedoniana del acné se corresponde con la forma leve de la enfermedad, en la cual hay ausencia de fenómenos inflamatorios. Esta forma predomina en los prepúberes, en la pubertad temprana y es la de menor repercusión psíquica.

La aparición de fenómenos inflamatorios se expresa por lesiones más profundas, que indican mayor compromiso y severidad; las pápulas, las pústulas, los nódulos y los quistes son manifestaciones progresivas de destrucción inflamatoria de la estructura folicular.

Las complicaciones cicatrizales son muy frecuentes en las formas severas, las cuales en muchos casos llegan a distorsionar la apariencia física debido a la aparición de queloides y cicatrices hipertróficas. Todas las formas inflamatorias de acné predominan en los adolescentes, hecho que, asociado a la inestabilidad emocional que caracteriza a este grupo etario, explica la importancia de sus repercusiones psíquicas.

Otro factor de gran importancia es la localización de sus lesiones. Dado que es una enfermedad de los folículos polisebáceos y que estos predominan en la cara, la región preesternal y el dorso, sus manifestaciones se encuentran a la vista y suelen ser muy difíciles de ocultar. La vestimenta puede disimular algunas y el maquillaje otras; sin embargo, la vida de relación de los pacientes con afectación severa está muy comprometida en la gran mayoría de los casos.

Aunque es sabido que se trata de una enfermedad con escasa o nula repercusión sistémica, su efecto psíquico es el que otorga importante morbilidad. La mayoría de los pacientes concurren por primera vez a la consulta debido a esta causa.

Otros pacientes, portadores de formas severas, pueden concurrir al comienzo impulsados por el dolor, la excesiva supuración o las retracciones cicatrizales que lo aquejan; pero una vez recuperados de la dolencia inicial demandan, en consultas posteriores, algún medio que les permita mejorar su aspecto físico que les impide desenvolverse con libertad en la esfera psicosocial.

Los ejemplos que muestran el impacto psíquico y social del acné son innumerables. Se describen casos de adolescentes, portadores de sólo algunos comedones, que han dejado de concurrir a acontecimientos sociales por considerar que su aspecto físico no se los permite. Un paciente de 17 años consultó al dermatólogo en demanda de la corrección de su estado cutáneo, con el propósito de someterse a una cirugía plástica de la nariz, dado que no estaba conforme con su aspecto. Luego de un tiempo de tratamiento, en el que mostró una leve mejoría, manifestó que tal vez era mejor emplear su dinero en curar sus granitos que en pagar la cirugía, ya que su nariz no era tan fea después de todo. Otra paciente de 22 años concurrió muy deprimida a la consulta, ya que había tenido que dejar sus estudios debido a que su aspecto físico le quitaba el deseo de salir a la calle.

Los trastornos psicosociales que se describen en los pacientes con acné afectan la autoestima, la confianza en sí mismo, la imagen corporal, y generan depresión, vergüenza, frustración, enojo, confusión, cambios en el estilo de vida, problemas en la dinámica familiar, aislamiento social, entre otros.

La dismorfofobia es una entidad que se asocia con mucha frecuencia al acné y consiste en la percepción exagerada de los padecimientos cutáneos. Por ejemplo, estos pacientes suelen sentirse aquejados por una gran afectación cutánea mientras que el médico diagnostica una forma leve de acné.

La importancia de reconocer el impacto psicosocial del acné en cada paciente es importante para un abordaje terapéutico amplio. Los equipos multidisciplinarios suelen asociar al tratamiento farmacológico una ayuda psicológica para aquellos que la necesitan.

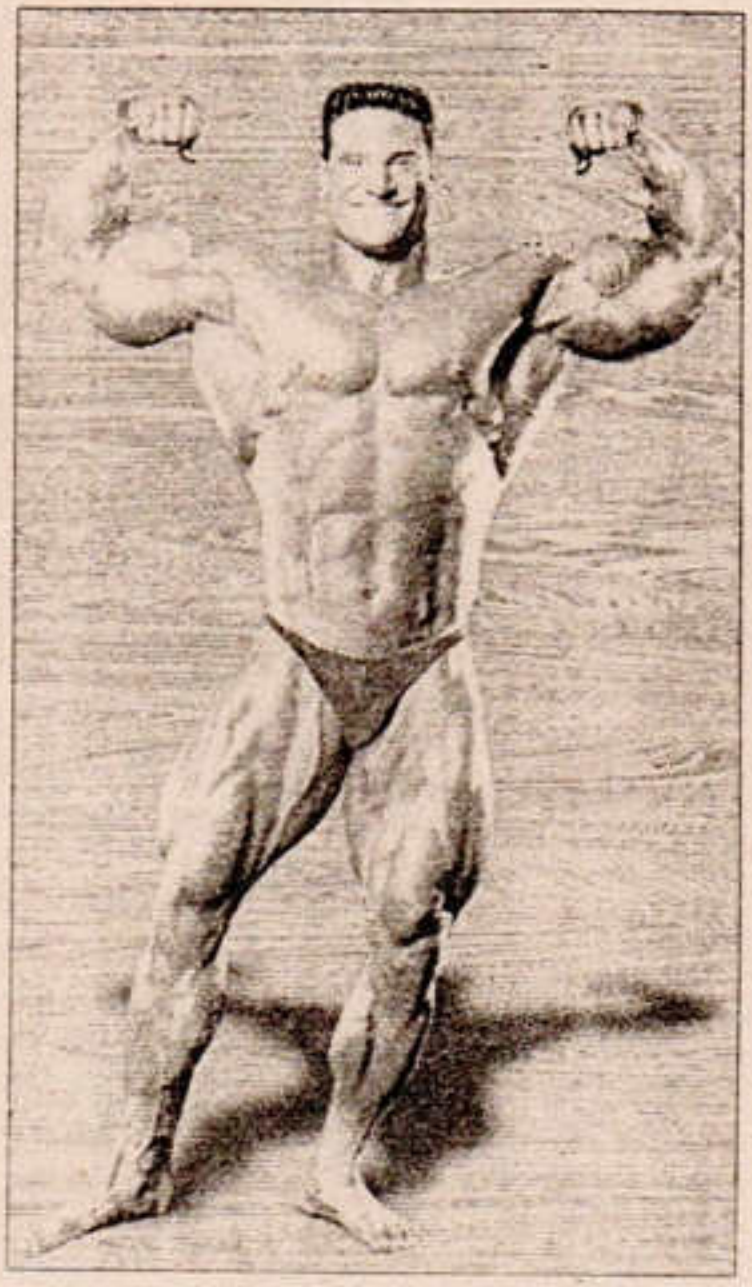
Lejos de ser una enfermedad psicosomática, el acné requiere tomar las medidas terapéuticas farmacológicas adecuadas en forma precoz, ya que los retrasos suelen asociarse con la progresión de la enfermedad y con mayor repercusión psíquica. Por consiguiente, disminuir la comedogénesis y la sebogenesis, reducir o impedir la infección, aliviar la inflamación, como así también amortiguar el impacto psíquico, deben considerarse pilares del tratamiento.

Fuente: *Revista medicina contemporánea*. Volumén 6, N° 3. 1998.

CAPÍTULO

IV

Sistema osteo-muscular



Existen algunas personas que tienen una preocupación constante por ganar masa muscular, para ello ingieren hormonas esteroideas u otros tipos de fármacos que, supuestamente, los ayudará a aumentar su masa muscular, pero corren el riesgo de sufrir algún daño en su salud.

CAPÍTULO

VI

Sistema osteo-muscular

SISTEMA OSTEO-MUSCULAR

Capítulo IV

Objetivos

- *Conocer las funciones del sistema esquelético.*
- *Identificar los huesos del esqueleto axial y sus principales estructuras.*
- *Identificar los componentes del esqueleto apendicular y sus estructuras más saltantes.*
- *Clasificar las articulaciones según su estructura y función.*
- *Relacionar la función de los huesos y los músculos esqueléticos en la producción de movimientos.*
- *Identificar los principales músculos esqueléticos según su nombre, origen, inserción y función.*

Introducción

El sistema esquelético es un armazón rígido que sostiene el cuerpo y protege los órganos internos; por ejemplo, el sistema nervioso central se encuentra protegido por el cráneo y la columna vertebral. La caja torácica protege a los pulmones, el corazón y sus grandes vasos. Asimismo, la médula ósea de los huesos constituye un lugar donde se forman los elementos formes de la sangre (glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas). El sistema esquelético constituye también una gran reserva de minerales, principalmente de calcio y fósforo. El hueso absorbe y libera estos minerales conforme se requieren, manteniendo una concentración constante en la sangre.

Por otro lado, el esqueleto permite el movimiento al proporcionar puntos de unión para los músculos esqueléticos. Los músculos mueven al esqueleto en zonas llamadas articulaciones, las cuales son sitios de unión flexible entre huesos adyacentes. Los músculos esqueléticos están unidos a los huesos mediante un tendón. Los diversos huesos del esqueleto son semejantes a "palancas" y poseen, como ellas, un punto de apoyo, una potencia y una resistencia. Cuando se conoce las inserciones y relaciones articulares de un músculo es fácil prever su acción. Es por ello que se habla de músculos flexores, extensores, rotadores, abductores, aductores, etc.

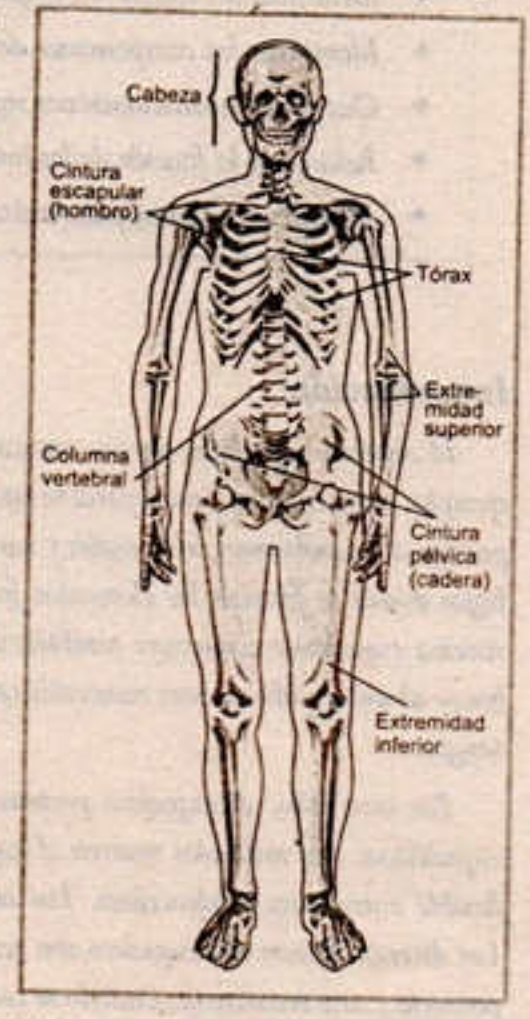
SISTEMA ÓSEO

1 El esqueleto humano

El esqueleto está constituido por un conjunto de huesos unidos entre sí. Éste es una estructura osteocartilaginosa durante la vida fetal, luego es reemplazado por huesos de sustitución. Los huesos son órganos blanquecinos, duros y resistentes que sirven de sostén a los músculos que los rodean. A pesar de su dureza y resistencia, el tejido óseo presenta un peso mínimo.

1.1. FUNCIONES

- **Sostén:** Sostiene a los tejidos blandos y proporciona puntos de unión para muchos de los músculos esqueléticos.
- **Protección:** Protege fundamentalmente órganos nobles frente a lesiones, por ejemplo: los huesos craneales protegen al encéfalo; la parrilla costal rodea al corazón y los pulmones.
- **Movimiento:** Los huesos sirven de inserción para los músculos esqueléticos; cuando éstos se contraen tiran de los huesos y producen movimiento.
- **Homeostasis mineral:** El hueso almacena calcio (Ca^{++}) y fósforo, entre otros minerales, estos son importantes para la contracción muscular, actividad nerviosa, etc. Cuando es necesario para el organismo liberan minerales a la sangre para mantener su equilibrio.
- **Lugar de producción de células sanguíneas:** En zonas específicas de los huesos, llamada médula ósea, se producen glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas; a este proceso se le denomina *Hematopoyesis*.
- **Almacenamiento de energía:** Existe un segundo tipo de médula ósea, denominada médula amarilla; esta constituye una importante reserva de energía química, porque encontraremos allí, fundamentalmente, células adiposas.



El sistema esquelético humano, en el cual se aprecia sus principales divisiones.

1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS HUESOS SEGÚN SU FORMA

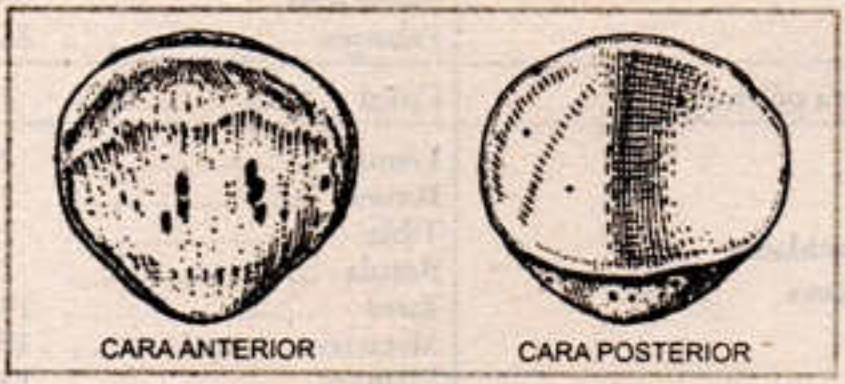
a. **Huesos largos:** Predomina la longitud sobre el ancho y el espesor. Están formados por un tallo y un número variable de extremidades. Son ligeramente curvos o rectos. Un hueso curvado absorbe la tensión del peso corporal en distintos puntos, por lo que la tensión se distribuye de manera homogénea. Los huesos largos están formados por hueso compacto, denso y con pocos espacios, denominado **diáfisis** (cuerpo del hueso) aunque también contienen cantidades considerables de hueso esponjoso, con mayor número de espacios llamado **epífisis** (extremidad del hueso). La unión de la diáfisis con la epífisis se llama **metáfisis**.

   Entre los huesos largos tenemos el fémur, tibia, peroné, falanges, húmero, cúbito y radio.

b. **Huesos cortos:** Su volumen es restringido, sus tres ejes son semejantes y presentan una forma vagamente cuboidea. Están formados por hueso esponjoso, en su superficie presenta una capa fina de hueso compacto, por ejemplo, los huesos cortos del carpo (muñeca) y tarso (tobillo).

c. **Huesos planos:** Son generalmente finos y están formados por dos capas casi paralelas de hueso compacto que encierran una capa de hueso esponjoso. Constituyen las paredes de las cavidades craneana, orbitaria, pelviana, etc. cuya función es de protección y además pueden formar amplias superficies de inserción muscular. Ejemplo: escápula, coxal, occipital. Pueden distinguirse, además:

   - ***Huesos sesamoïdeos***. Inconstantes, deben sus nombres a sus reducidas dimensiones. Se les encuentra en la articulación metacarpo-falángica del pulgar y metatarsofalángica del *Hallux* (primer dedo del pie), en la porción medial del gastrocnemio (gemelos de la rodilla) y en el tendón del peroneo lateral largo. Estos pequeños huesos están englobados en los tendones y están sometidos a una presión considerable.



Rótula. Hueso sesamoideo de mayor tamaño del cuerpo humano. Forma parte de la articulación de la rodilla y se encuentra intercalado en el trayecto del músculo cuádriceps femoral.

2 División del esqueleto

El esqueleto humano está formado por 206 huesos que se agrupan en dos divisiones:

- Esqueleto axial
- Esqueleto apendicular

DIVISIONES DEL SISTEMA ESQUELÉTICO

	REGIONES DEL ESQUELETO	HUESOS	Nº DE HUESOS
ESQUELETO AXIAL	Cabeza	Cráneo	8
		Cara	14
	Hioides	--	1
	Huesecillos del oído medio	Martillo ..... 2 Yunque ..... 2 Estribo 2	6
	Columna vertebral	Cervical ..... 7 Dorsal ..... 12 Lumbar ..... 5 Sacro (5 Soldados) ..... 1 Cóccix (4 soldados) 1	26
	Tórax	Esternón ..... 1 Costillas ..... 12×2	25
ESQUELETO APENDICULAR	Cintura escapular	Clavícula ..... 2 Omóplato 2	4
	Extremidades superiores	Húmero ..... 2 Cúbito ..... 2 Radio ..... 2 Carpo ..... 16 Metacarpo ..... 10 Falanges 28	60
	Cintura pélvica	Coxal 2	2
	Extremidades inferiores	Fémur ..... 2 Peroné ..... 2 Tibia ..... 2 Rótula ..... 2 Tarso ..... 14 Metatarso ..... 10 Falanges 28	60
Total			206

3 LA CABEZA ÓSEA

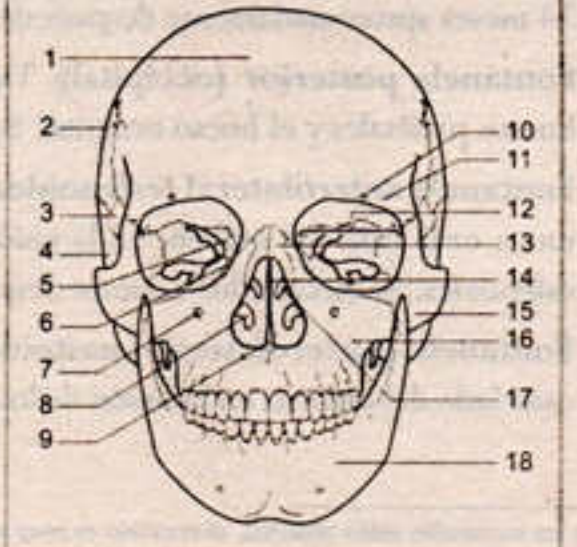
La cabeza contiene 22 huesos en total. Descansa sobre el extremo superior de la columna vertebral. Está compuesta por los huesos del cráneo y huesos de la cara.

HUESOS CRANEALES		HUESOS DE LA CARA	
• Frontal	1	• Nasal	2
• Parietal	2	• Maxilar superior	2
• Temporal	2	• Malar (pómulo, cigomático)	2
• Occipital	1	• Maxilar inferior (mandíbula)	1
• Esfenoides	1	• Lagrimal (unguis)	2
• Etmoides	1	• Palatino	2
		• Cornete nasal inferior	2
		• Vómer	1
Total : 8		Total : 14	

3.1. GENERALIDADES

La cabeza está articulada con la primera vértebra cervical (atlas) y está formada por dos partes: el **cráneo**, que es la caja ósea que contiene y protege al encéfalo y; la **cara**, que aloja la mayor parte de los órganos de los sentidos y brinda apoyo a los órganos de la masticación. La cabeza ósea está compuesta por 22 huesos, donde sólo la mandíbula es el único hueso móvil.

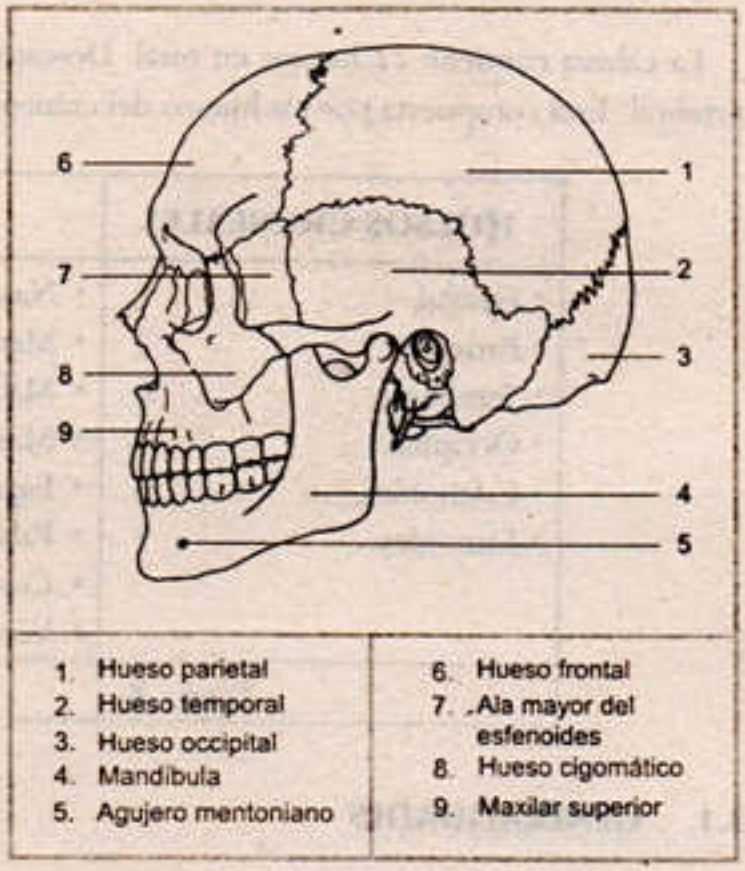
1. Hueso frontal
2. Hueso parietal
3. Hueso esfenoides
4. Hueso temporal
5. Hueso etmoides
6. Hueso lagrimal
7. Agujero infraorbitario
8. Cornete nasal inferior
9. Vómer
10. Agujero supraorbitario
11. Borde supraorbitario
12. Órbita
13. Hueso nasal
14. Lámina perpendicular del etmoides
15. Hueso malar
16. Maxilar superior
17. Cornete nasal medio
18. Mandíbula (maxilar inferior)



Huesos de la cabeza ósea

3.2. FONTANELAS

El esqueleto de un embrión recién formado es de naturaleza cartilaginosa, de estructuras similares a los huesos. En forma gradual, el hueso va sustituyendo al cartílago mediante la osificación. En el nacimiento, entre los huesos craneales, encontramos espacios ocupados por membranas llamadas **fontanelas**, que son áreas que terminan siendo sustituidas por hueso mediante osificación membranosa.



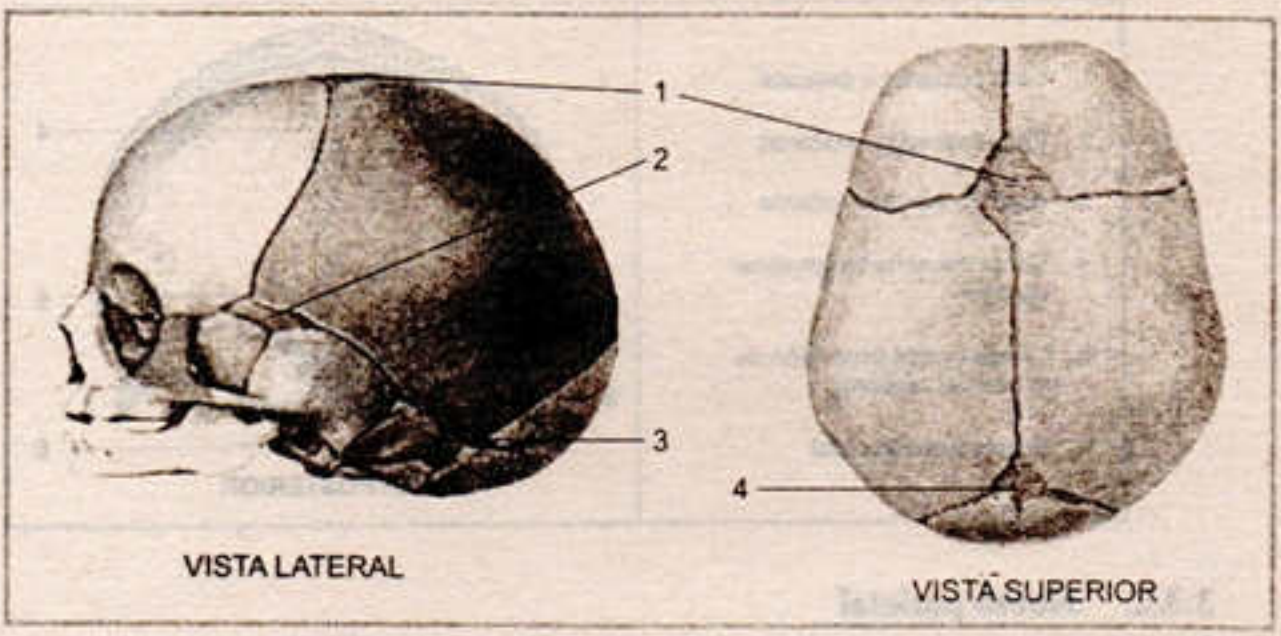
Cabeza ósea (vista lateral)

Las fontanelas permiten que el cráneo fetal modifique su tamaño y su forma cuando atraviese el canal del parto, además, permite el rápido crecimiento del encéfalo durante la lactancia[1].

Un recién nacido puede tener muchas fontanelas, pero la forma y localización de seis de ellas son muy constantes. Éstas son:

- **Fontanela anterior (frontal).** Tiene forma romboidea y se encuentra entre los ángulos de los huesos parietales y los dos segmentos del hueso frontal. Se cierra a los 24 meses aproximadamente después del nacimiento.
- **Fontanela posterior (occipital).** Tiene forma de rombo, se encuentra entre los huesos parietales y el hueso occipital. Se cierra a los dos meses del nacimiento.
- **Fontanela anterolateral (esfenoidea).** Pequeña y de forma irregular; se encuentra una a cada lado del cráneo, en la unión de los huesos parietal, frontal, temporal y esfenoides. Se cierra a los 3 meses después del nacimiento.
- **Fontanela posterolateral (mastoidea).** De forma irregular, se encuentra una a cada lado del cráneo, en la unión de los huesos parietal, occipital y temporal.

[1] "Mientras las fontanelas están abiertas, el encéfalo es muy vulnerable. De importancia es el cuidado de estas regiones, especialmente la fontanela anterior, debido a que ésta se cierra a mediados del segundo año de vida". *Anatomía humana*. Pansky. Ben. Pág. 10



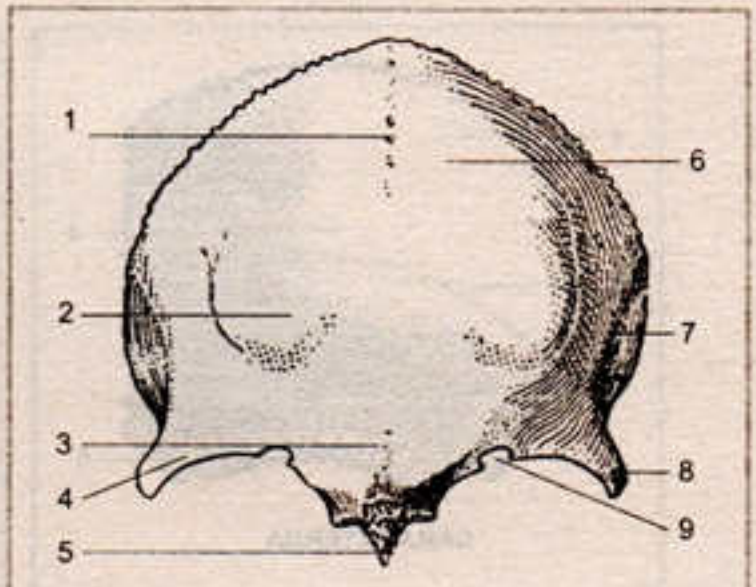
Cráneo de un recién nacido: 1. Fontanela anterior. 2. Fontanela antero-nasal. 3. Fontanela posterolateral. 4. Fontanela posterior.

3.3. HUESOS CRANEALES

3.3.1. Hueso frontal

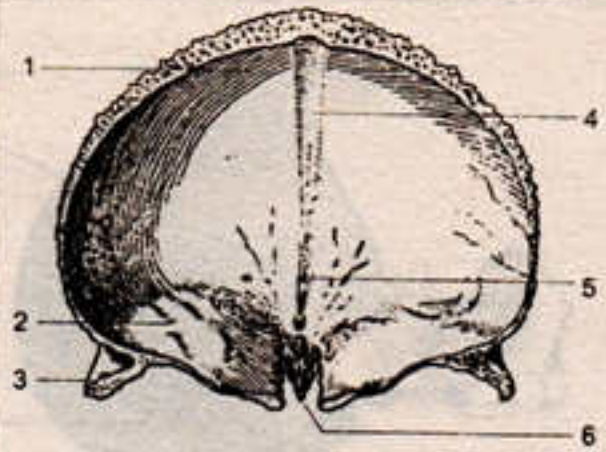
Forma la frente (parte anterior del cráneo), los techos de las órbitas (cavidades oculares) y gran parte de la zona anterior de la base del cráneo. Después del nacimiento, los lados derecho e izquierdo del hueso frontal se unen en la sutura frontal; que suele desaparecer hacia los 6 años. Si persiste durante toda la vida recibe el nombre de sutura *metópica*. El hueso frontal se encuentra articulado abajo con el etmoides, los huesos propios de la nariz, los huesos molares, lacrimales (*unguis*) y los maxilares superiores.

Contribuye a unir el esqueleto del cráneo a la cara y participa en la formación de las cavidades nasales y orbitarias.



1. Vestigios de la sutura metópica
2. Eminencias frontales laterales
3. Prominencia frontal media (glabela)
4. Arcadas orbitarias
5. Espina nasal
6. Cara anterior o cutánea
7. Cresta lateral
8. Apófisis orbitaria externa
9. Escotadura infraorbitaria

1. Cara posterior o cerebral
2. Protuberancias orbitarias
3. Apófisis orbitaria externa
4. Canal del seno longitudinal superior
5. Cresta frontal (inserción de la hoz del cerebro)
6. Escotadura etmoidal



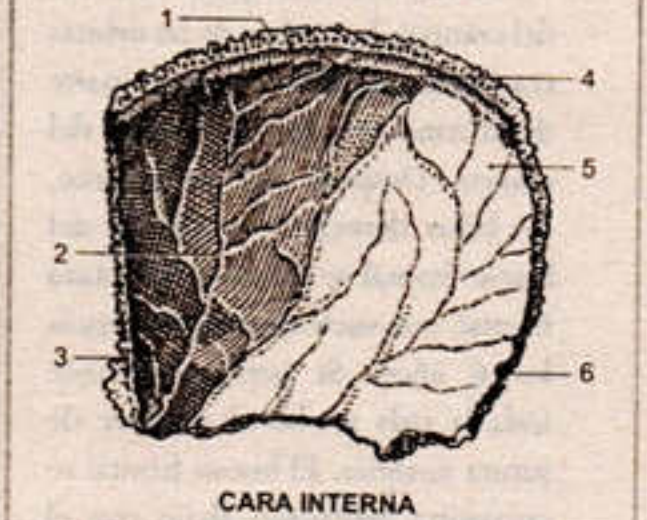
CARA POSTERIOR

3.3.2. Hueso parietal

Forma la mayor parte de los lados y del techo de la cavidad craneal. Está situado por detrás del frontal, por encima del temporal y por delante del occipital. Las superficies internas de los huesos parietales contienen muchas protrusiones y depresiones donde se localizan los vasos sanguíneos que irrigan la meninge más externa del encéfalo, denominada **Duramadre**.

CARA EXTERNA

1. Cara externa o exocraneana
2. Línea temporal superior
3. Línea temporal inferior
4. Protuberancia parietal
5. Articulación con el temporal

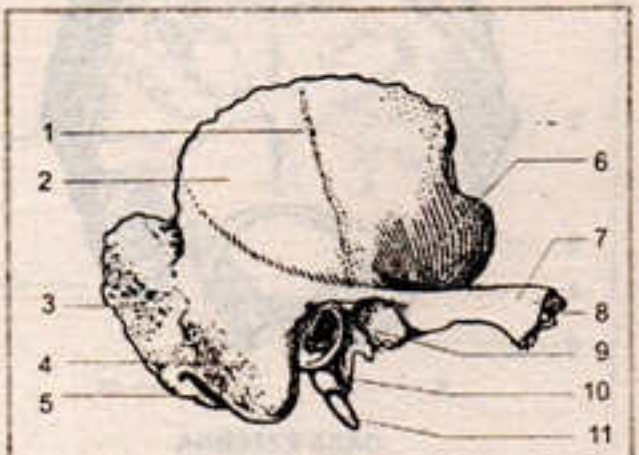


CARA INTERNA

1. Borde superior
2. Canales para la arteria y las venas meníngeas medias (hoja de higuera)
3. Articulación con el frontal
4. Agujero parietal
5. Cara interna o endocraneana
6. Articulación con el occipital

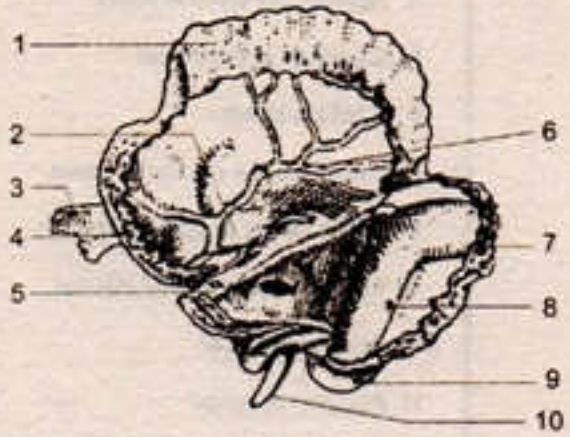
3.3.3. Hueso temporal

Está situado en la parte lateral media e inferior, contiene el órgano vestíbulo coclear En el feto, presenta tres piezas diferentes: la parte escamosa, timpánica y petrosa, que en el adulto están soldadas. En la porción escamosa (parte inferior) se encuentra la apófisis cigomática que con la apófisis temporal del hueso malar forma el arco cigomático. La porción petrosa alberga al oído interno y medio, estructura que interviene en la audición y equilibrio.



CARA EXTERNA

1.- Surco de la arteria temporal profunda posterior	6.- Fosa temporal
2.- Porción escamosa, cara exocraneana	7.- Apófisis cigomática
3.- Conducto mastoideo	8.- Articulación para el hueso malar
4.- Apófisis mastoides	9.- Cavidad glenoidea del temporal
5.- Ranura digástrica	10.- Apófisis vaginal
	11.- Apófisis estiloides



CARA INTERNA

1. Articulación para el parietal	6. Surco para las ramas de la arteria meníngea media
2. Eminencia arcuata	7. Articulación para el occipital
3. Apófisis cigomática	8. Conducto mastoideo
4. Articulación para el ala mayor del esfenoides	9. Apófisis mastoides
5. Fosita del ganglio de Gasser	10. Apófisis estiloides

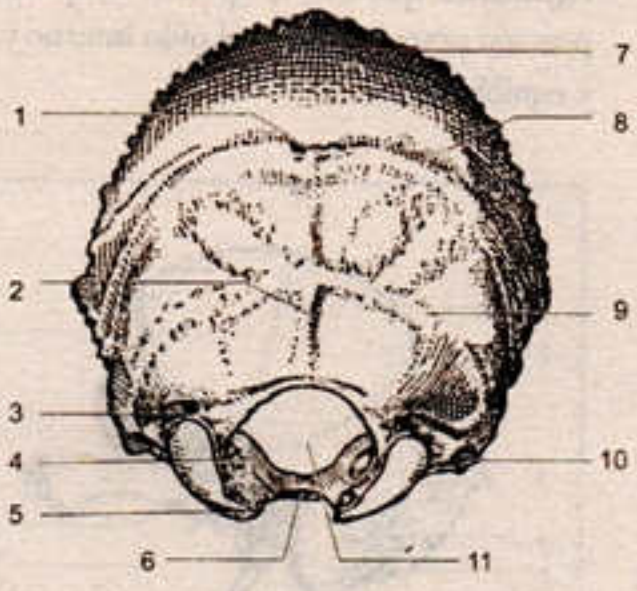
3.3.4. Hueso occipital

Forma la parte posterior y la mayor parte de la base del cráneo. Es un hueso único, mediano y simétrico, en el cual ubicamos:

- **Agujero magno:** Es un gran orificio situado en la parte inferior del hueso. El bulbo raquídeo (parte del encéfalo que se continúa con la médula espinal) y las arterias vertebral y espinal pasan a través de él.
- **Los cóndilos occipitales:** Son dos apófisis ovoideas situadas a cada lado del agujero magno y que se articulan con la primera vértebra cervical (ATLAS).

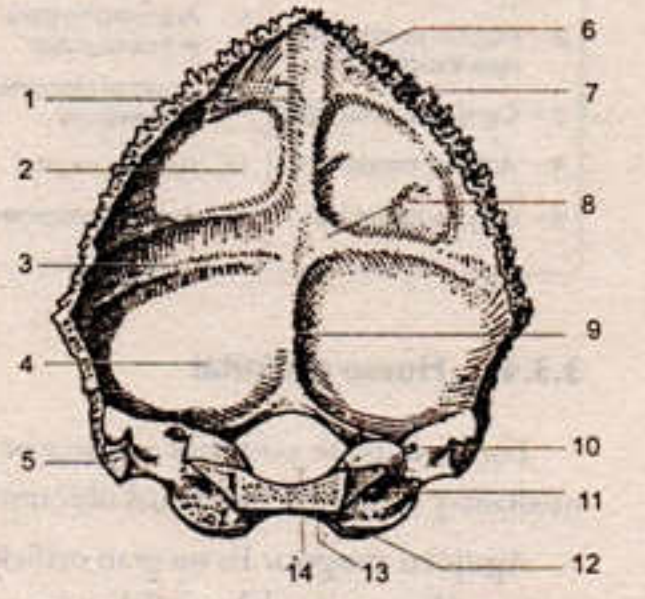
- **Protuberancia occipital externa:** Es una proyección de la superficie posterior del hueso. Puede palparse como un abombamiento bien marcado en la parte posterior de la cabeza, inmediatamente por encima del cuello.

1. Protuberancia occipital externa
2. Cresta occipital externa
3. Agujero condíleo posterior
4. Agujero condíleo anterior
5. Cóndilos del occipital
6. Apófisis basilar
7. Cara externa o exocraneana
8. Línea curva occipital superior
9. Línea curva occipital inferior
10. Apófisis yugular
11. Agujero occipital



CARA EXTERNA

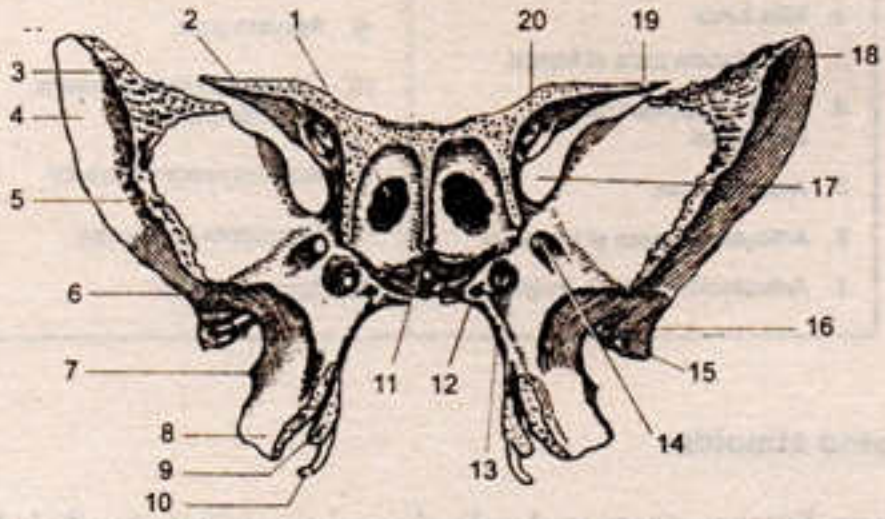
1. Canal para el seno longitudinal superior.
2. Fosas cerebrales
3. Canal para el seno lateral
4. Fosas cerebelosas
5. Apófisis yugular
6. Cara interna o endocraneana
7. Bordes para el parietal
8. Protuberancia occipital interna
9. Cresta occipital interna
10. Agujero condíleo posterior
11. Agujero condíleo anterior
12. Cóndilos del occipital
13. Apófisis basilar
14. Agujero occipital



CARA INTERNA

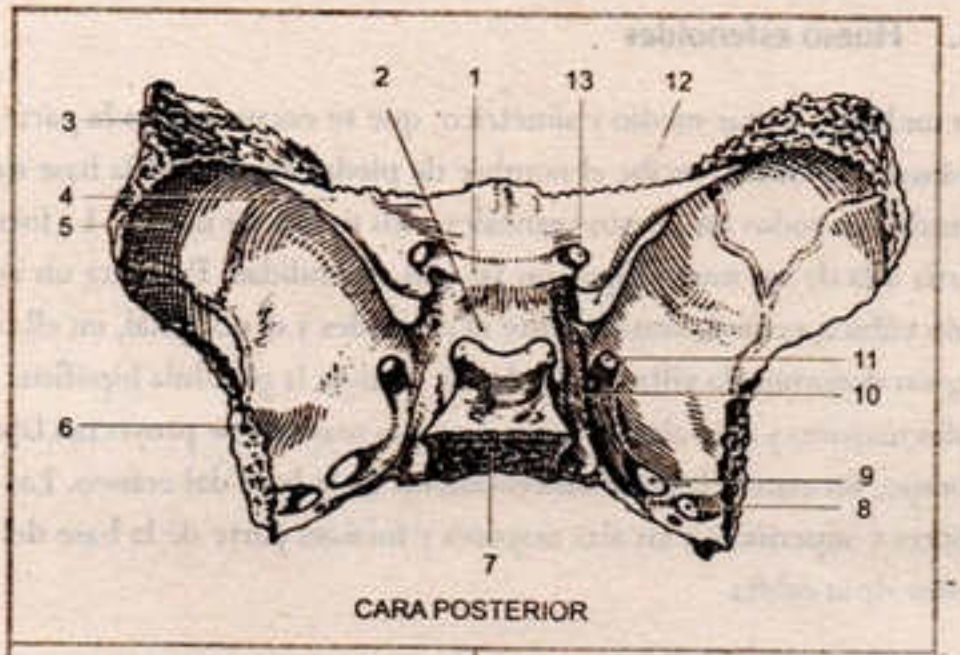
3.3.5. Hueso esfenoides

Es un hueso impar medio y simétrico, que se encuentra en la parte media de la base del cráneo. Este hueso recibe el nombre de piedra angular de la base del cráneo, porque se articula con todos los huesos craneales y los mantiene unidos. La forma del esfenoides recuerda a la de un murciélago con las alas extendidas. Presenta un cuerpo que es una porción cúbica, central, situada entre el etmoides y el occipital, en ella encontramos una depresión denominada **silla turca** donde se aloja la glándula hipófisis. Presenta, además a las alas mayores y a las alas menores. Las alas mayores se proyectan lateralmente a partir del cuerpo, formando la parte antero-lateral de la base del cráneo. Las alas menores son anteriores y superiores a las alas mayores y forman parte de la base del cráneo y la parte posterior de la órbita.



CARA ANTERIOR

1. Orificio del seno esfenoidal
2. Aletas
3. Articulación para el frontal
4. Fosa temporal
5. Articulación para el hueso malar
6. Fosa cigomática
7. Apófisis pterigoides
8. Ala externa
9. Ala interna
10. Gancho
11. Pico del esfenoides
12. Conducto pterigopalatino
13. Conducto vidiano
14. Agujero redondo mayor
15. Agujero redondo menor
16. Agujero oval
17. Hendidura esfenoidal
18. Alas
19. Apófisis ensiforme o xifoides
20. Agujero óptico



CARA POSTERIOR

1. Conducto óptico
2. Silla turca
3. Articulación para el frontal
4. Aletas o apófisis de Ingrassias
5. Alas mayores
6. Articulación para el temporal
7. Articulación para el occipital
8. Agujero redondo menor
9. Agujero oval
10. Canal cavernoso (arteria carótida interna)
11. Agujero redondo mayor
12. Hendidura esfenoidal
13. Agujero óptico

CALA PNHO SKO

3.3.6. Hueso etmoides

Es un hueso ligero y esponjoso localizado en la parte anterior de la base del cráneo, entre las órbitas. Se encuentra por delante del esfenoides y por detrás de los huesos nasales. El etmoides es una importante estructura de sostén de la cavidad nasal.

Sus masas laterales forman gran parte de la pared que separa la cavidad nasal de las órbitas. Contienen varios espacios aéreos o celdillas de donde procede el nombre del hueso (*Ethmos*=cabeza). Las celdillas en conjunto forman los **senos etmoidales**. Las masas laterales contienen dos proyecciones finas, en forma de espiral, que reciben el nombre de cornetes nasales superiores y cornetes nasales medios. Los cornetes producen turbulencias en el aire inhalado, lo que permite que muchas partículas choquen y queden atrapadas en el moco que recubre las fosas nasales.

El etmoides presenta, además, una lámina perpendicular que forma la porción superior del tabique nasal. Presenta, asimismo, una lámina cribosa que se encuentra en la parte anterior de la base del cráneo y forma el techo de la cavidad nasal.

3.4. HUESOS DE LA CARA

3.4.1. Nasales (2)

Se reúnen en la línea media y en la parte superior de la cara y forman parte del puente de la nariz. Se articula con el hueso frontal, espina nasal, lámina perpendicular del etmoides, con el hueso nasal opuesto y con el cartílago de la nariz.

3.4.2. Maxilares superiores (2)

Se unen para formar la parte superior de la boca y se articulan con todos los huesos de la cara, excepto con la mandíbula. Forman parte del suelo de la órbita, de las paredes laterales y l suelo de la cavidad nasal; constituyen la mayor parte del paladar duro.

3.4.3. Malares (2)

Llamados también huesos de los pómulos, forman las prominencias de las mejillas y parte de la pared lateral de cada órbita. Se articulan con el frontal, los maxilares superiores, el esfenoides y los temporales.

3.4.4. Maxilar inferior o mandíbula (1)

Es el más grande y fuerte de los huesos de la cara. Es el único hueso móvil de la cabeza[2]. La mandíbula está formada por una porción horizontal curva, el cuerpo y dos porciones perpendiculares (las ramas).

3.4.5. Lagrimales (2)

Son finos y vagamente parecidos, en cuanto a tamaño y forma a una uña. Son los huesos más pequeños de la cara. Estos huesos son posteriores y laterales a los huesos nasales y forman parte de la pared medial de cada órbita.

3.4.6. Palatinos(2)

Constituyen la porción posterior del paladar duro, parte del suelo y la pared lateral de la cavidad nasal y una pequeña porción de los suelos de las órbitas.

3.4.7. Cornetes nasales inferiores

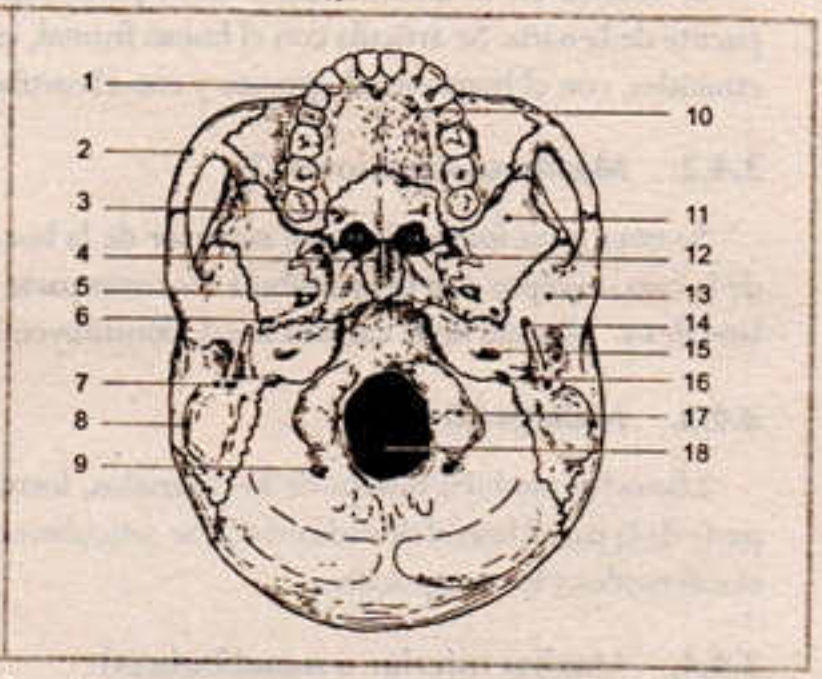
Son huesos en forma de rollo que forman parte de la pared lateral de la cavidad nasal, su función es permitir que la circulación del aire sea turbulenta. Estos huesos son independientes, no forman parte del etmoides.

2 "Con el envejecimiento y pérdida de los dientes, el hueso alveolar se reabsorbe, la forma de la estructura facial cambia, los orificios se acercan más al borde alveolar y su contenido (nervios) puede ser expuesto, lo cual produce lesión y dolor". *Anatomía humana*. Pansky, Ben. Pág. 6

3.4.8. Vómer

Es un hueso casi triangular que forma la porción posterior e inferior del tabique nasal. El borde inferior del vómer se articula en la porción cartilaginosa del tabique nasal.

1. Conducto palatino anterior
2. Arco cigomático
3. Conducto palatino posterior
4. Vómer
5. Agujero oval
6. Agujero redondo menor
7. Agujero estilomastoideo
8. Apófisis mastoides
9. Agujero condíleo posterior
10. Bóveda palatina
11. Ala mayor del esfenoides
12. Apófisis pterigoidea
13. Fosa mandibular
14. Apófisis estiloides
15. Agujero carotídeo
16. Fosa yugular
17. Cóndilo del occipital
18. Agujero magno



Base del cráneo. Vista exocraneal

4 LA COLUMNA VERTEBRAL

La columna vertebral constituye cerca de las 2/5 partes de la altura total del cuerpo y está compuesta por una serie de huesos denominados vértebras. En el adulto de estatura promedio, mide 71 centímetros de longitud.

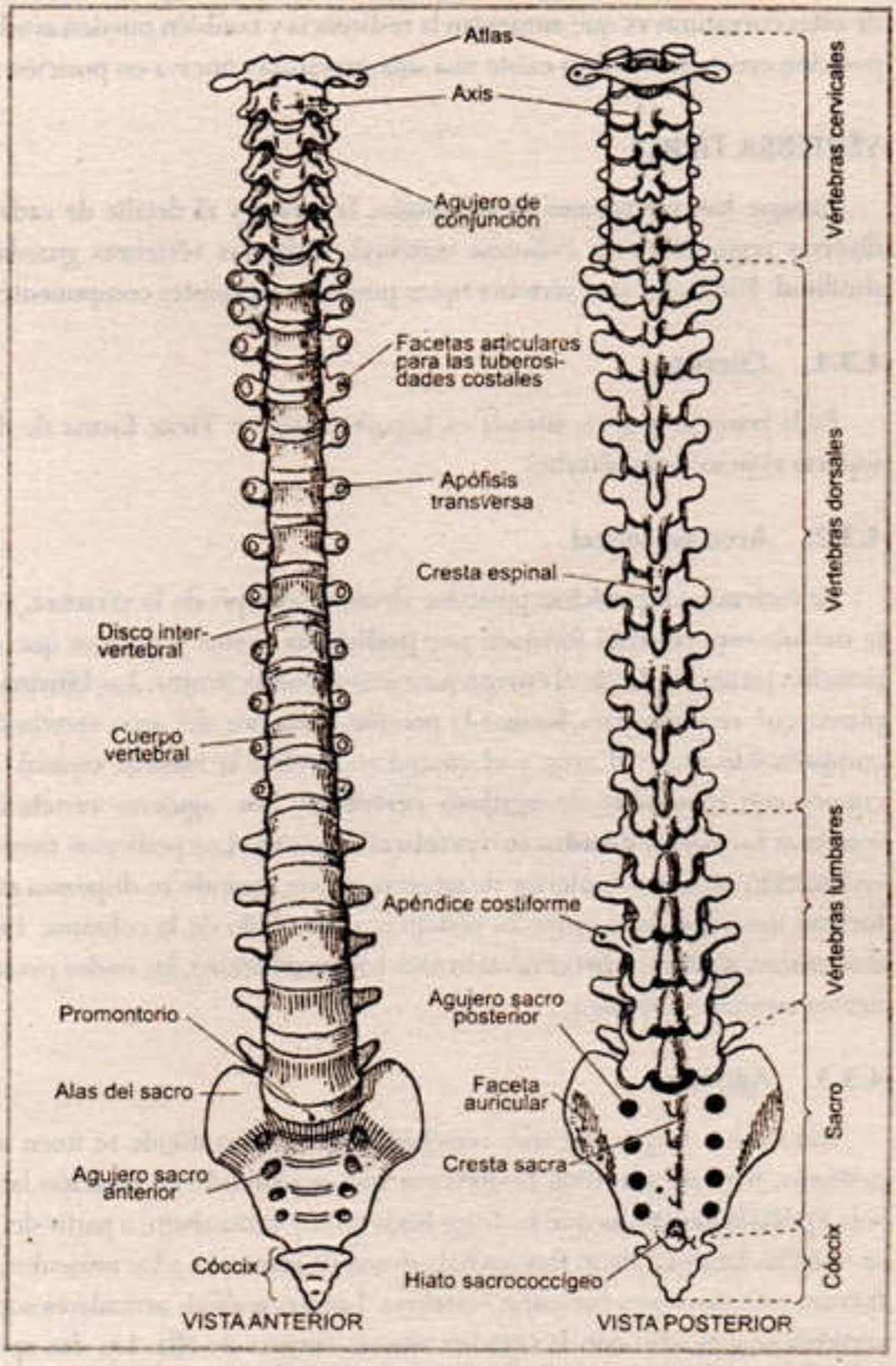
La columna vertebral cubre y protege la médula espinal, sostiene la cabeza y sirve como punto de inserción para las costillas y los músculos de la espalda. Entre las vértebras se encuentran unas aberturas denominadas agujeros vertebrales, los cuales permiten la emergencia de los nervios espinales o raquídeos.

4.1. DIVISIÓN

La columna vertebral del adulto posee 26 vértebras, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- 7 vértebras cervicales
- 12 vértebras torácicas
- 5 vértebras lumbares
- 5 vértebras sacras, que se unen para formar el hueso sacro.
- 4 vértebras coccígeas, que se fusionan para constituir el hueso coxis.

Entre dos vértebras advacentes, se encuentran los discos intervertebrales, que son unas estructuras de naturaleza fibrocartilaginosa.



Los huesos de la columna vertebral

4.2. CURVATURAS NORMALES

Cuando se observa a un sujeto que está erguido, desde una vista lateral, la columna vertebral muestra cuatro curvaturas normales: dos convexas y dos cóncavas. La importancia de estas curvaturas es que aumentan la resistencia y también pueden ayudar a mantener la posición erecta. En el feto existe una sola curvatura cóncava en posición anterior.

4.3. VÉRTEBRA TÍPICA

Aunque hay variaciones en el tamaño, la forma y el detalle de cada vértebra en las diversas regiones de la columna vertebral, todas las vértebras guardan una estrecha similitud. Por tanto, una vértebra típica posee los siguientes componentes:

4.3.1. Cuerpo

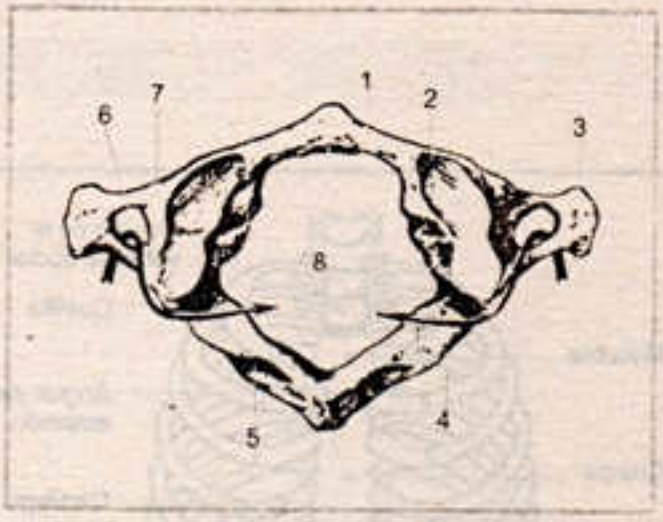
Es la porción gruesa, situada en la parte anterior. Tiene forma de disco y es la que soporta el peso de la vértebra.

4.3.2. Arco vertebral

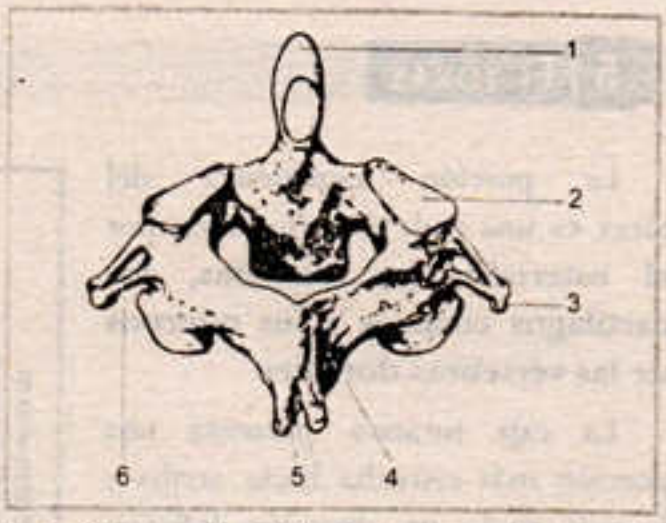
Se extiende en posición posterior desde el cuerpo de la vértebra, con este rodea a la médula espinal. Está formado por **pedículos** cortos y gruesos que se proyectan en posición posterior desde el cuerpo para unirse con la lámina. Las **láminas** son porciones planas que se unen para formar la porción posterior del arco vertebral. En el espacio comprendido entre el arco y el cuerpo se localiza la médula espinal. Este espacio se conoce con el nombre de **agujero vertebral**. Los agujeros vertebrales de todas las vértebras forman el **conducto vertebral** (espinal). Los pedículos tienen unas muescas en posición superior e inferior de tal manera que, cuando se disponen en la columna, se forman unas aberturas entre las vértebras a cada lado de la columna. Estas aberturas se denominan **agujeros intervertebrales** (de conjunción), las cuales permiten el paso del nervio espinal o raquídeo.

4.3.3. Apófisis

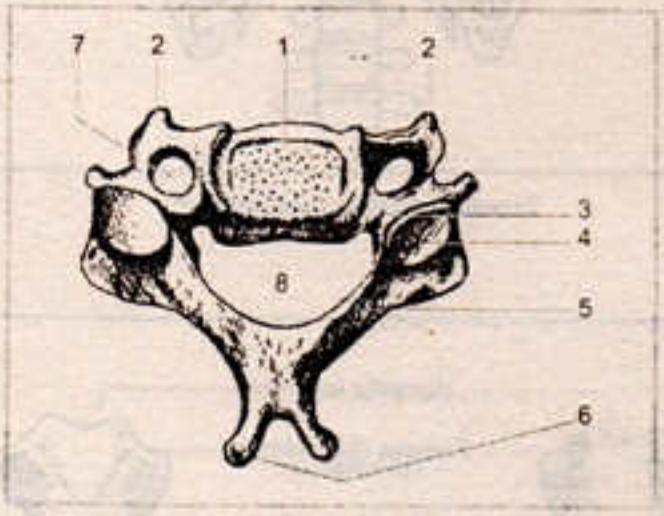
Son siete y surgen del arco vertebral. En el punto donde se unen una lámina y un pedículo, hay una **apófisis transversa** que se extiende en posición lateral. Existe una sola **apófisis espinosa** que se dirige hacia atrás y hacia abajo, a partir del lugar en donde se unen las láminas. Estas tres apófisis sirven de inserción a los músculos, las otras cuatro forman articulaciones con otras vértebras. Las dos apófisis articulares superiores de cada vértebra se articulan con la vértebra situada encima de ella. Las dos apófisis articulares inferiores se articulan con la situada debajo de ellas. Las superficies articulares de estas apófisis se denominan carillas.



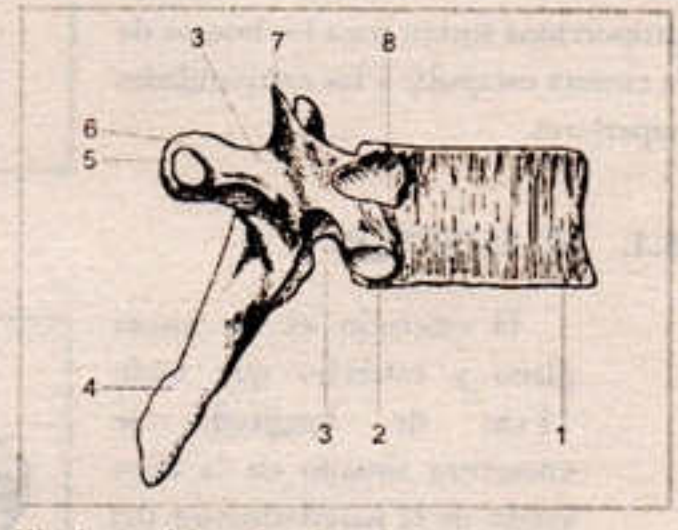
Atlas, vista superior. 1, arco anterior; 2, carilla articular superior (cavidad glenoidea); 3, apófisis transversa; 4, surco de la arteria vertebral (flecha); 5, arco posterior; 6, agujero transverso; 7, masa lateral; 8, agujero vertebral.



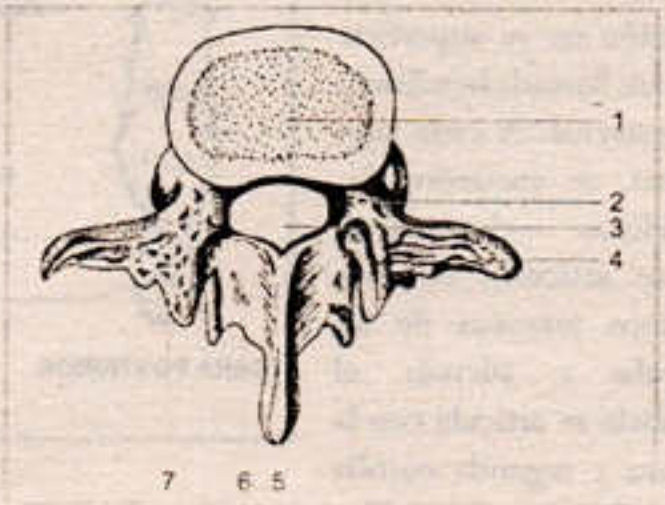
Axis, vista superior. 1, diente (apófisis odontoides); 2, carilla articular superior; 3, apófisis transversa; 4, agujero vertebral; 5, apófisis espinosa con su extremo bifurcado; 6, agujero transverso.



Vértebra cervical, vista superior. 1, cuerpo; 2, apófisis transversa; 3, pedículo; 4, carilla articular superior; 5, lámina; 6, apófisis espinosa bífida; 7, agujero transverso; 8, agujero vertebral.



Vértebra torácica, vista lateral derecha. 1, cuerpo; 2, faceta costal inferior; 3, pedículo; 4, apófisis espinosa; 5, faceta costal transversal; 6, Apófisis transversa; 7, carilla articular superior; 8, faceta costal superior.

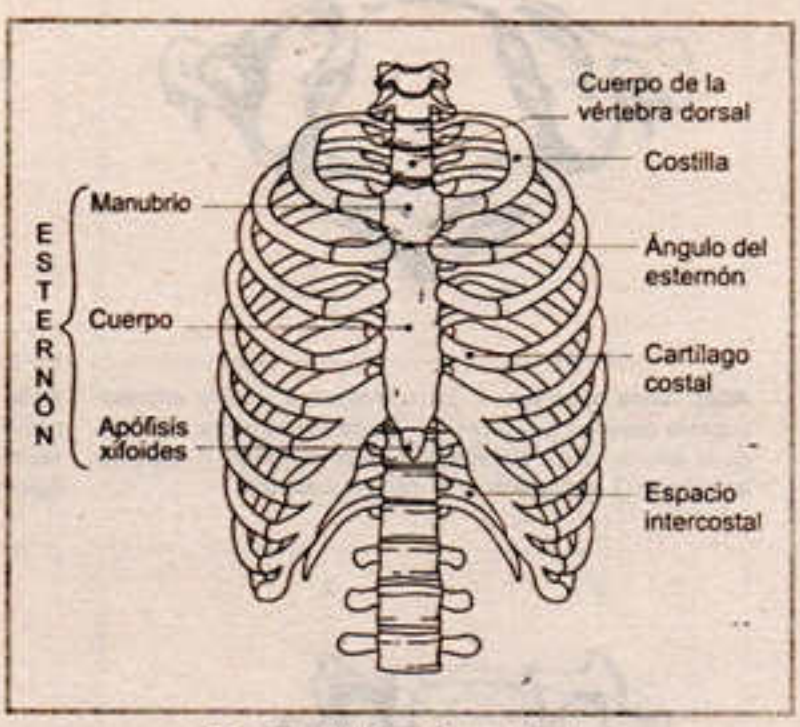


Vértebra lumbar, vista superior. 1, cuerpo; 2, pedículo; 3, agujero vertebral; 4, apófisis transversa o costiforme; 5, apófisis espinosa; 6, lámina; 7, tubérculo mamilar.

5 El tórax

La porción esquelética del tórax es una jaula ósea formada por **el esternón, las costillas, los cartílagos costales y los cuerpos de las vértebras dorsales**.

La caja torácica presenta una porción más estrecha hacia arriba y la más ancha en situación inferior. Rodea y protege a los órganos de la cavidad torácica y de la parte superior de la cavidad abdominal. También proporciona sostén para los huesos de la cintura escapular y las extremidades superiores.



Esqueleto del tórax (cara anterior)

5.1. EL ESTERNÓN

El esternón es un hueso plano y estrecho que mide 15 cm de longitud. Se encuentra situado en la línea media de la pared anterior del tórax y consta de tres partes:

- **El manubrio o porción superior:** Presenta una depresión en su superficie superior, llamada hendidura supraesternal. A cada lado de esta, se encuentra las hendiduras claviculares, que se articulan con los extremos internos de las clavículas y, además, el manubrio se articula con la primera y segunda costilla de cada lado.

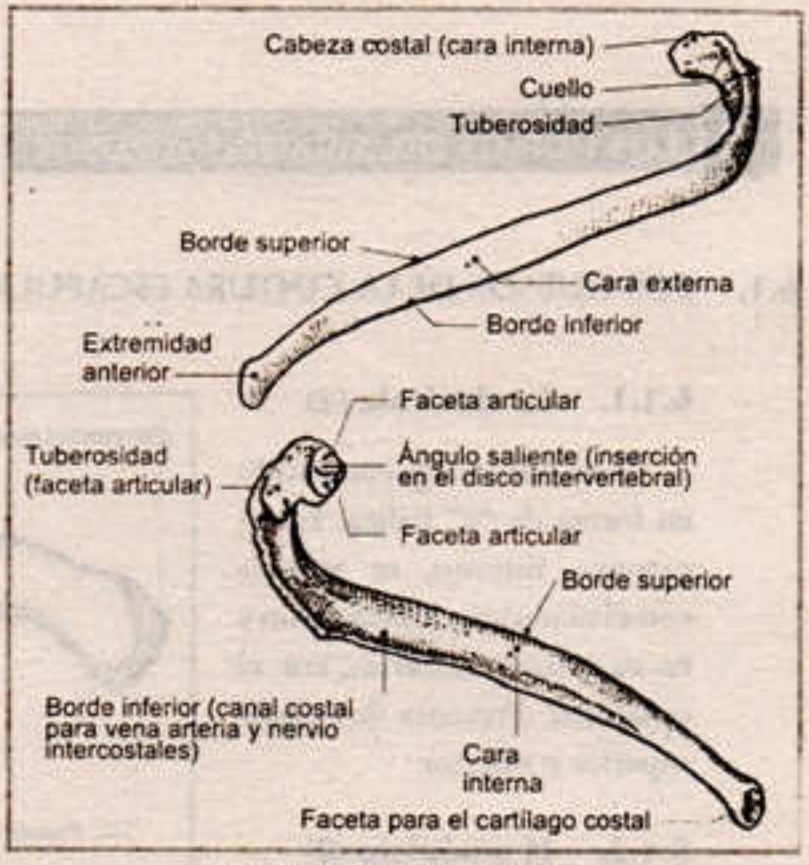
- **El cuerpo o porción media:** Se articula directa o indirectamente con las costillas segunda a décima.
- **La apófisis xifoides:** No se une a ninguna costilla, pero sí proporciona un punto de inserción para algunos músculos abdominales. Durante la lactancia e infancia, la apófisis está formada por cartílago hialino y no se osifica por completo hasta alrededor de los 40 años.

5.2. LAS COSTILLAS

Las costillas son huesos planos dispuestos en forma de arco entre la columna vertebral y el esternón. Doce pares de costillas forman ambas paredes laterales de la cavidad torácica.

Las costillas van aumentando su longitud desde la primera a la séptima y se unen directamente al esternón a través del cartílago costal (cartílago hialino), estas son las costillas verdaderas.

Los cinco pares restantes de costillas se denominan costillas falsas, ya que sus cartílagos costales se unen de forma indirecta al esternón o no se unen en absoluto a él. Las costillas falsas pueden ser costillas vertebrocondrales, cuyos cartílagos desde el octavo al décimo par de costillas se unen entre sí, antes de hacerlo a los cartílagos del séptimo par de costillas; costillas flotantes, cuyos extremos anteriores no se unen al esternón y sólo están unidos por detrás a las vértebras dorsales.



Estructura de una costilla típica

Partes de una costilla.

- **Cabeza:** Es una proyección del extremo posterior de la costilla. Está formada por una o dos carillas que se articulan con las de los cuerpos de las vértebras dorsales adyacentes.
- **Cuello:** Es una porción estrecha, situada inmediatamente fuera de la cabeza. Una estructura en forma de botón de la superficie posterior, donde se une el cuello y la cabeza es el tubérculo.

- **Cuerpo:** Es la porción más grande de la costilla. A corta distancia del tubérculo, se produce un cambio brusco en la curvatura de la costilla, en el punto llamado ángulo costal. La superficie interna de la costilla tiene un surco costal que protege a los vasos sanguíneos y a pequeños nervios.

La porción posterior de la costilla está conectada a la vértebra dorsal por su cabeza y la parte articular del tubérculo.

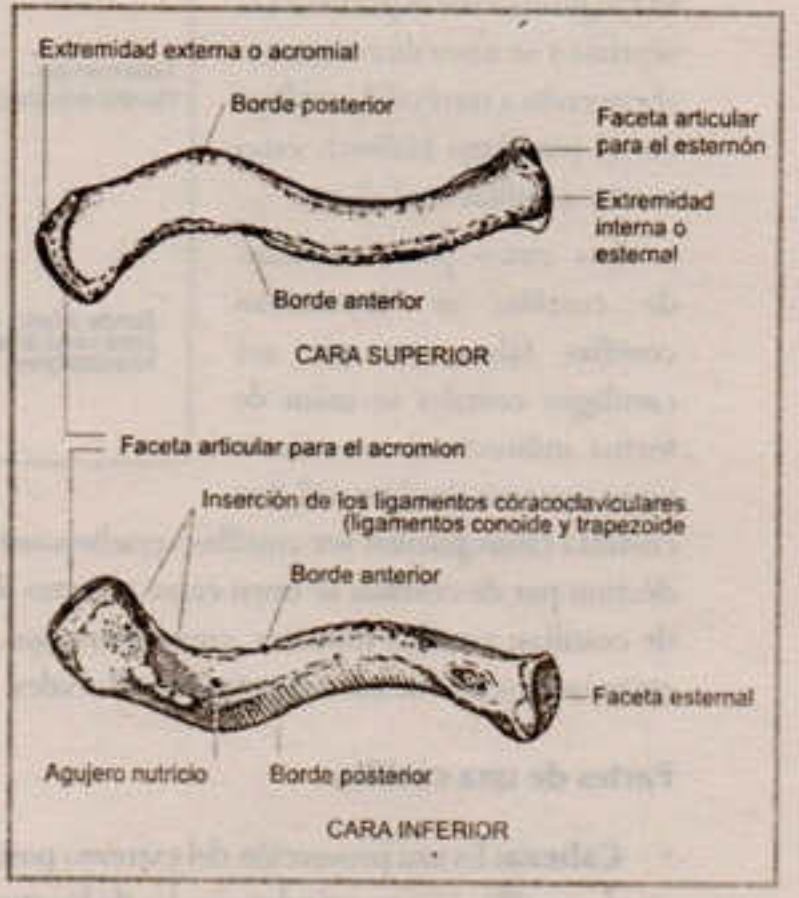
Los espacios que quedan entre las costillas, llamados espacios intercostales, están ocupados por los músculos intercostales, vasos sanguíneos y nervios.

6 Los huesos del miembro superior

6.1. LOS HUESOS DE LA CINTURA ESCAPULAR

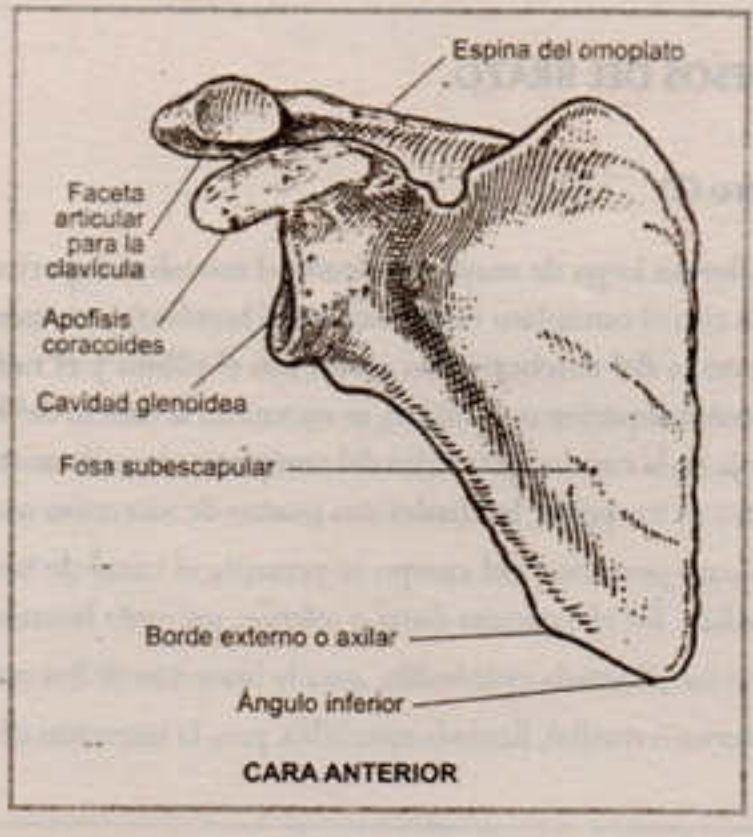
6.1.1. La clavícula (2)

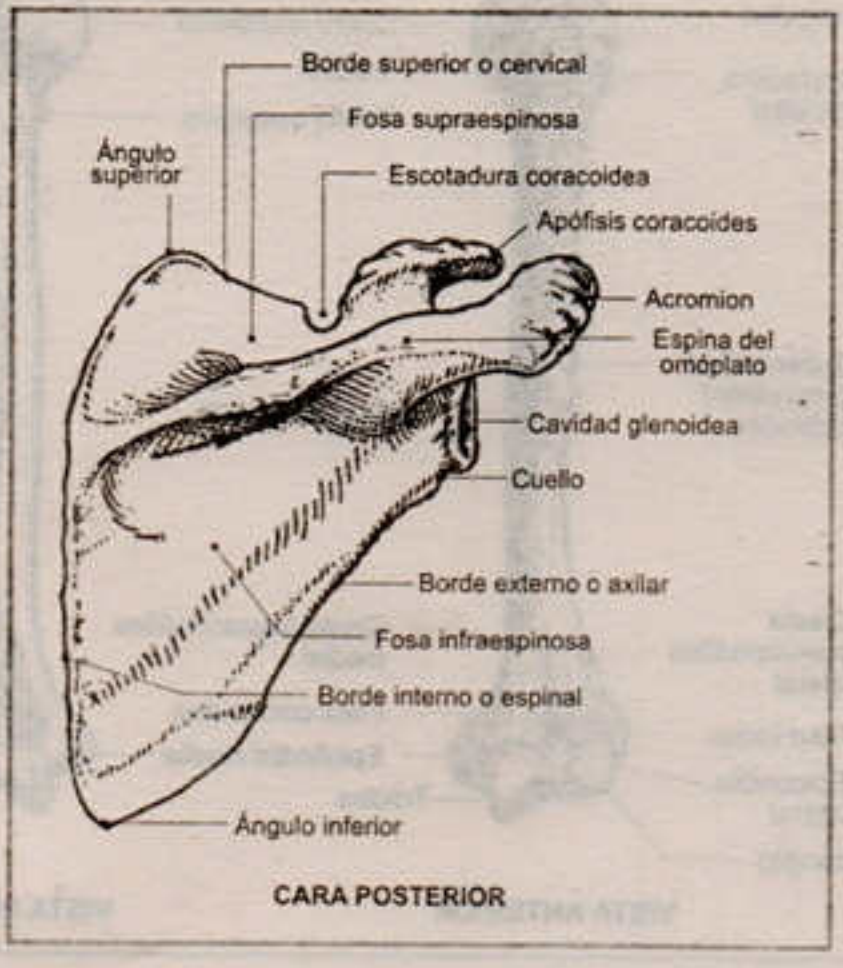
Es un hueso largo encurvado en forma de "s" itálica. En su extremo interno, se articula con el manubrio del esternón y en su extremo externo, con el omóplato. Presenta dos caras: superior e inferior.



6.1.2. El omóplato (2)

También llamado escápula, es un hueso plano triangular que se apoya sobre la parte superior, posterior y externa de la caja torácica. Presenta tres ángulos: superior, inferior y externo. En el ángulo externo, presenta la cavidad glenoidea, la cual sirve para articularse con la cabeza del húmero. La cara posterior presenta una saliente aplanada de forma triangular, llamada espina del omóplato; encima de ella se halla la fosa supraespinosa y debajo, la fosa infraespinosa. La cara anterior es cóncava y forma la fosa subescapular, en donde se inserta el músculo subescapular.


Espina del omoplato
Faceta articular para la clavícula
Apofisis coracoides
Cavidad glenoidea
Fosa subescapular
Borde externo o axilar
Ángulo inferior
CARA ANTERIOR


Borde superior o cervical
Fosa supraespinosa
Ángulo superior
Escotadura coracoidea
Apófisis coracoides
Acromion
Espina del omóplato
Cavidad glenoidea
Cuello
Borde externo o axilar
Fosa infraespinosa
Borde interno o espinal
Ángulo inferior
CARA POSTERIOR

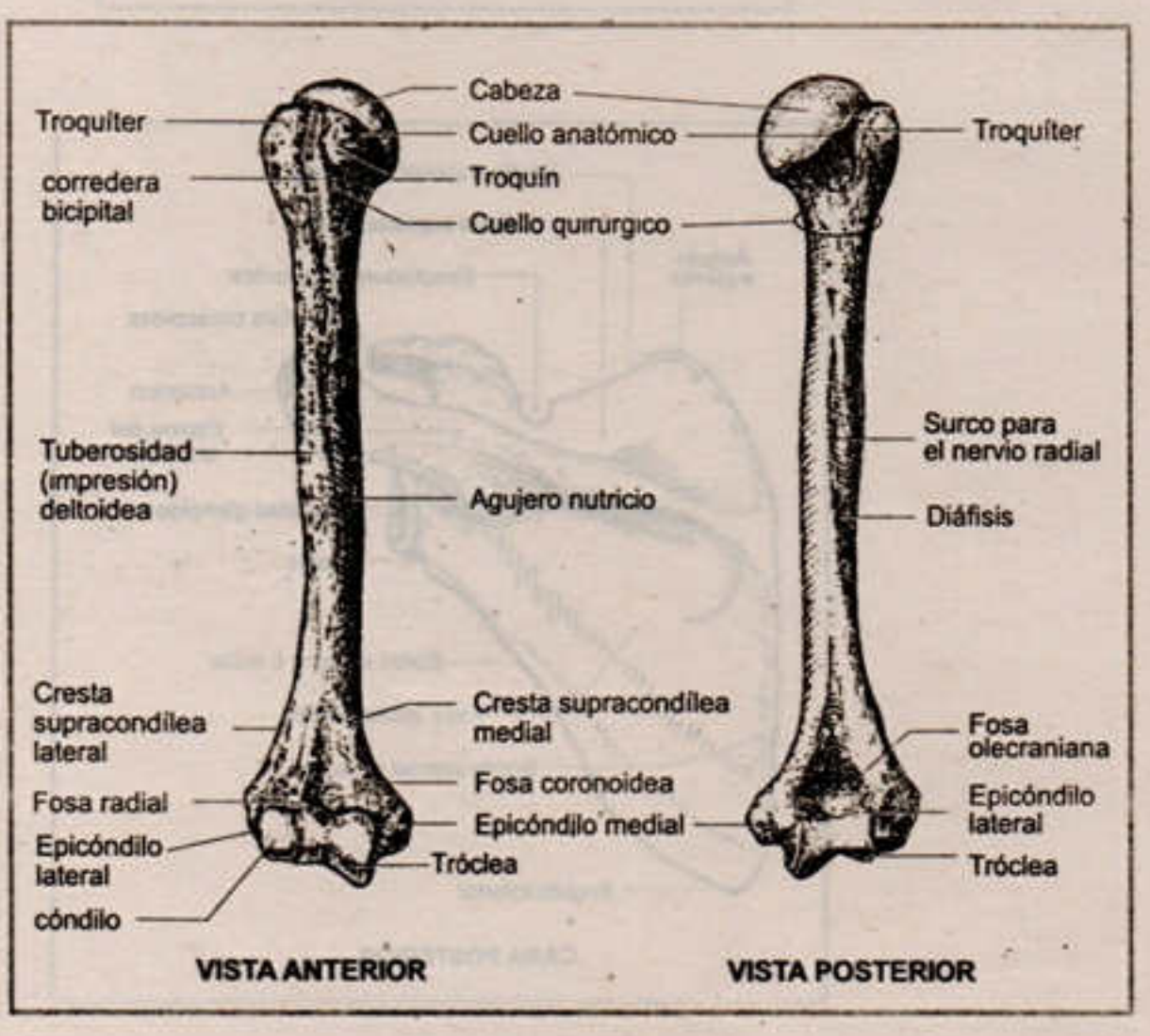
6.2. LOS HUESOS DEL BRAZO

El Húmero (2)

Es un hueso largo de mayor longitud del miembro superior. En el extremo proximal, se articula con el omóplato (articulación del hombro) y en su extremo inferior se articula con los huesos del antebrazo, los cuales son el cúbito y el radio (articulación del codo). En el extremo superior o proximal, se encuentra la cabeza del húmero (1/3 de una esfera) que se aloja en la cavidad glenoidea del omóplato; el cuello anatómico y dos prominencias: el troquín y el troquiter, los cuales son puntos de inserción muscular.

En la cara posterior del cuerpo se presenta el canal de torsión por donde recorre el nervio radial. En el extremo distal o inferior, presenta lateralmente dos prominencias:

- La externa, llamada epicóndilo, para la inserción de los músculos epicondíleos;
- La interna o medial, llamada epitróclea, para la inserción de los músculos epitrocleares.



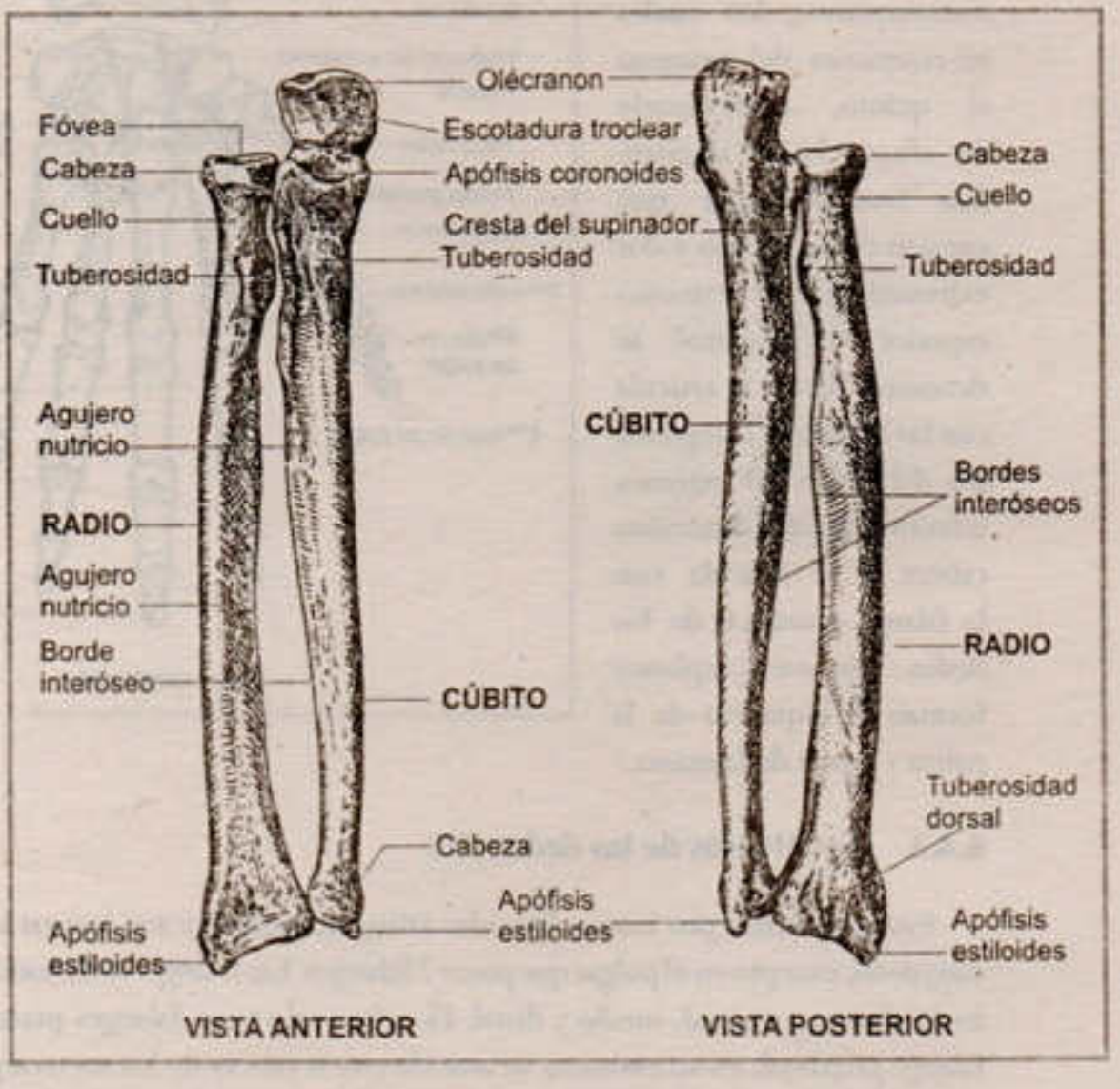
6.3. LOS HUESOS DEL ANTEBRAZO

6.3.1. El Cúbito (2)

Hueso largo que ocupa el lado interno del antebrazo. En el extremo proximal presenta el olécranon, que se articula con el húmero y forma la prominencia posterior del codo; además, presenta la apófisis coronoides. En el extremo distal o inferior, presenta la cabeza del cúbito y una pequeña prominencia posterior llamada apófisis estiloides.

6.3.2. El Radio (2)

Hueso largo que ocupa el lado externo del antebrazo, el extremo proximal presenta una cabeza en forma de disco, y por debajo de ella una prominencia llamada tuberosidad bicipital el que es el punto inferior de inserción para el músculo bíceps. En el extremo inferior aumenta de volumen y forma una superficie articular cóncava para los músculos del carpo (escafoides y semilunar).



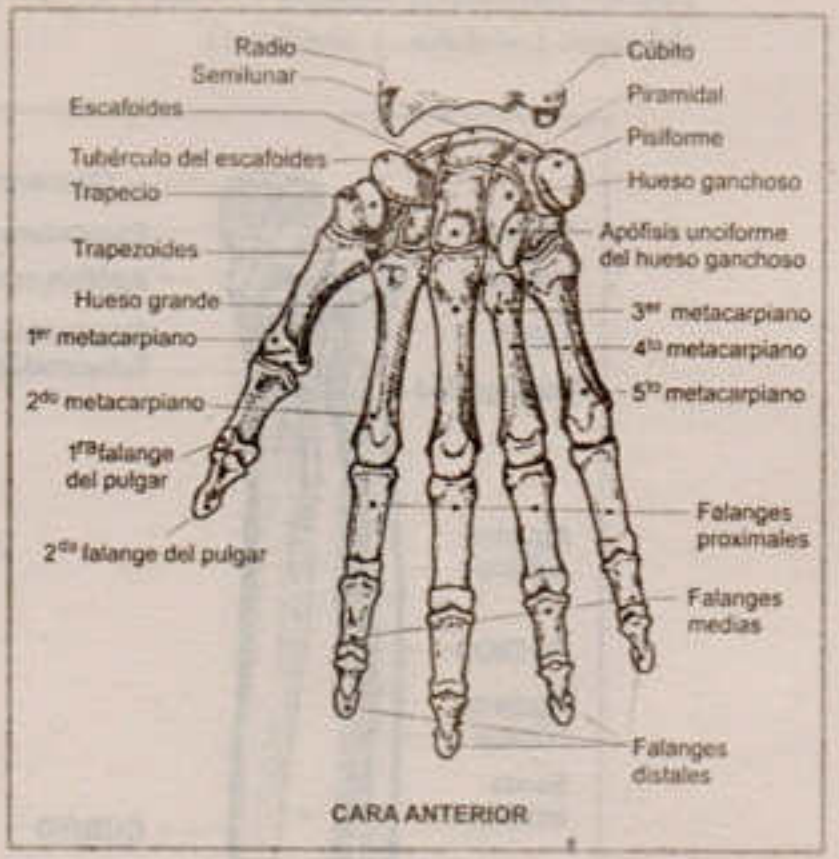
6.4. LOS HUESOS DE LA MANO

6.4.1. Los Huesos del carpo (16)

Los huesos se encuentran dispuestos en dos filas transversales. La primera fila (superior o proximal) presenta 4 huesos que, de afuera hacia adentro, son: escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme. La segunda fila (inferior o distal) comprende cuatro huesos que, de afuera hacia adentro, son: trapecio, trapezoide, hueso grande y hueso ganchoso. Todos los huesos son cuboideos, teniendo cada uno seis caras. La cara superior de los huesos escafoides, semilunar y piramidal se articulan con el radio y el ligamento triangular formando la articulación radiocarpiana o articulación de la muñeca.

6.4.2. Los Huesos del metacarpo (10)

Está formado por los huesos llamados metacarpianos, los cuales se enumeran del primero al quinto, comenzando de afuera hacia adentro. Son huesos largos que constan de un cuerpo y dos extremidades. El extremo superior o proximal se denomina base y se articula con los huesos de la segunda fila del carpo. El extremo inferior o distal se denomina cabeza y se articula con la falange proximal de los dedos. Los metacarpianos forman el esqueleto de la palma y dorso de la mano.



6.4.3. Los Huesos de los dedos (28)

Están formados por huesos llamados falanges, los cuales son huesos largos y son 3 en cada dedo, excepto en el pulgar que posee 2 falanges. Las falanges se denominan, de adentro hacia afuera, proximal, medio y distal. El pulgar solo tiene falanges proximal y distal. La falange proximal, en su extremo, se articula con la cabeza de los metacarpianos.

7 LOS HUESOS DEL MIEMBRO INFERIOR

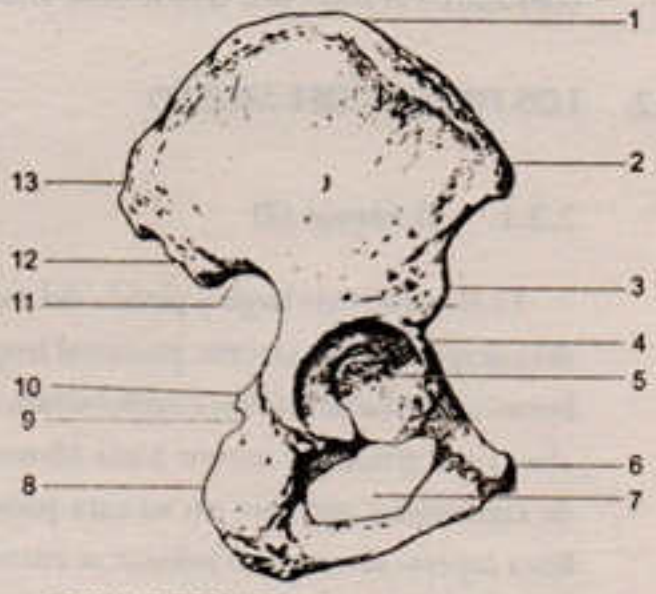
7.1. LOS HUESOS DE LA CADERA

El coxal o Ilíaco (2)

Los dos huesos coxales o ilíacos forman la cintura pélvica, se unen por delante en la sínfisis del pubis y cada uno se articula por atrás con el hueso sacro. Está conformado por el *ilion*, el *isquion* y el *pubis*, los cuales están separados en el niño, pero fusionados en el adulto. La fusión de los tres componentes origina en la cara externa del hueso coxal una cavidad llamada acetábulo o cavidad cotiloidea que aloja a la cabeza del fémur.

- El ilion es semejante a un abanico, se encuentra en la parte superior. Su borde superior presenta la cresta ilíaca que termina hacia adelante en la espina ilíaca anterosuperior. En su cara interna presenta la fosa ilíaca interna que limita hacia abajo con la línea innominada.
- El isquion se encuentra en la parte anterior y posterior. Se une con el pubis hacia adelante y forma una abertura llamada el agujero obturador.
- El pubis se encuentra en la parte anterior e inferior. Presenta una rama superior, una rama inferior y un cuerpo, este último se une con el lado opuesto en la sínfisis del pubis.

1. Cresta ilíaca.
2. Espina ilíaca antero superior.
3. Espina ilíaca antero inferior.
4. Eminencia iliopubiana (pectínea).
5. Cavidad cotiloidea.
6. Ángulo del pubis.
7. Agujero obturador.
8. Tuberosidad isquiática (isquion).
9. Incisura isquiática (escotadura ciática) menor.
10. Espina isquiática (ciática).
11. Incisura isquiática (escotadura ciática) mayor.
12. Espina ilíaca posteroinferior.
13. Espina ilíaca posterosuperior.



COXAL DERECHO CARA LATERAL (EXTERNA)

1. Cresta ilíaca.
2. Espina ilíaca posterosuperior.
3. Espina ilíaca posteroinferior.
4. Incisura isquiática (escotadura ciática) mayor.
5. Espina isquiática (ciática).
6. Incisura isquiática menor (escotadura ciática menor).
7. Isquion.
8. Agujero obturador.
9. Pubis (articulación denominada sínfisis pubiana con su homóloga opuesta).
10. Espina del pubis.
11. Rama iliopubiana.
12. Eminencia iliopubiana.
13. Espina ilíaca anteroinferior.
14. Espina ilíaca anterosuperior.

COXAL DERECHO CARA MEDIAL (INTERNA)

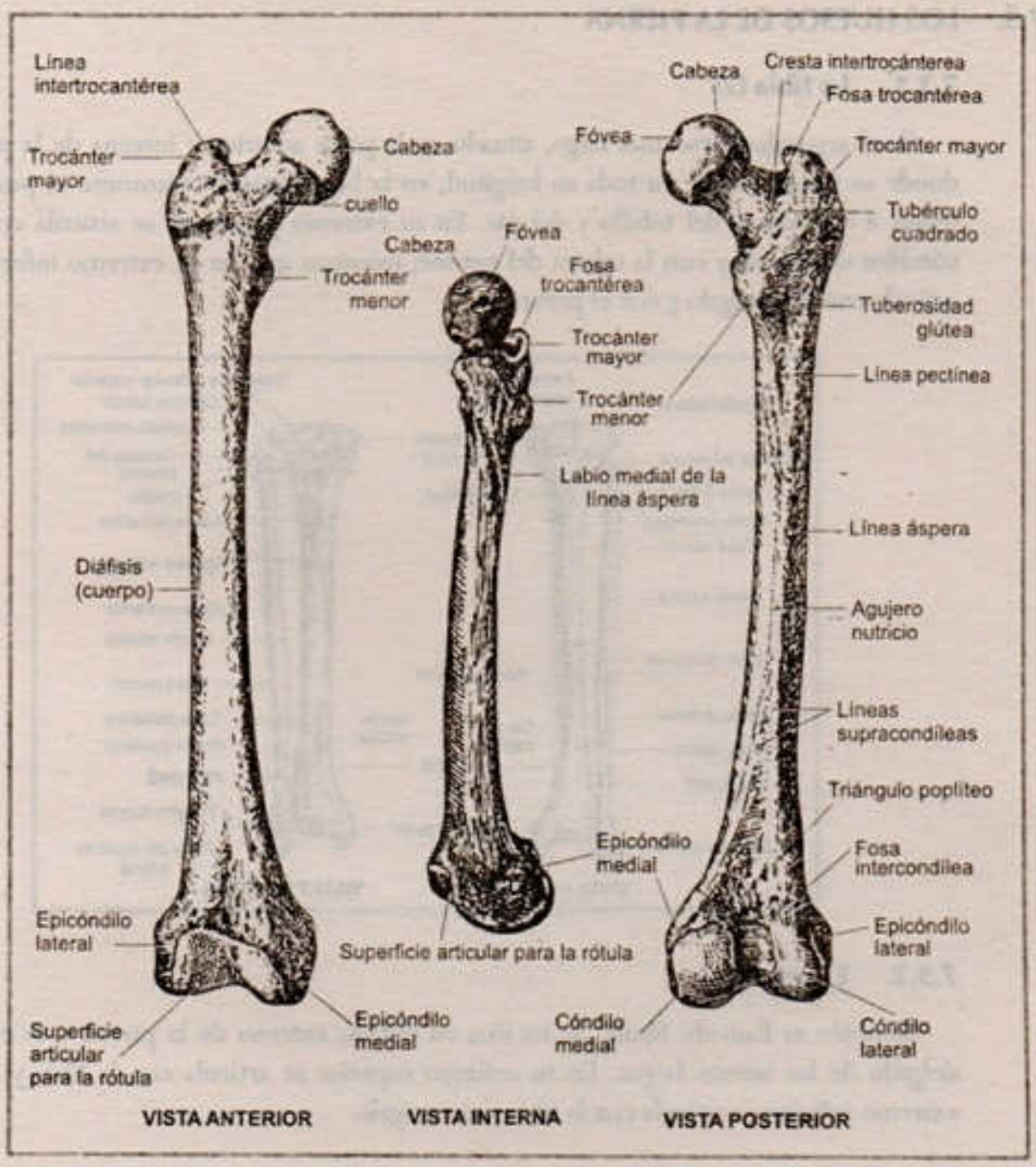
Se llama pelvis a la porción del esqueleto formada por la unión de los dos huesos coxales, el sacro y el coxis. En la parte interna, la pelvis queda dividida por medio de la línea innominada en pelvis mayor (hacia arriba) y pelvis menor hacia abajo de la línea innominada. La pelvis mayor o falsa en realidad forma parte de la cavidad abdominal. La pelvis menor o verdadera contiene a los órganos urogenitales y al recto. Los diámetros de la pelvis menor son de mayor dimensión en las mujeres, en relación con varones, pues constituyen el canal por donde debe atravesar el feto durante el parto.

7.2. LOS HUESOS DEL MUSLO

twitter.com/calapenshko

7.2.1. El Fémur (2)

Es el hueso más largo y pesado del cuerpo, en la bipedestación el fémur recibe el peso del cuerpo. En su extremo proximal (superior) presenta: la cabeza, que se articula con el hueso coxal (articulación coxofemoral), el cuello y dos salientes (el trocánter mayor hacia afuera y el trocánter menor hacia adentro). La diáfisis del fémur presenta una curvatura de convexidad anterior, en su cara posterior presenta un borde prominente llamado la línea áspera. El extremo inferior se ensancha formando dos cóndilos que se articulan con la tibia para formar la articulación de la rodilla.



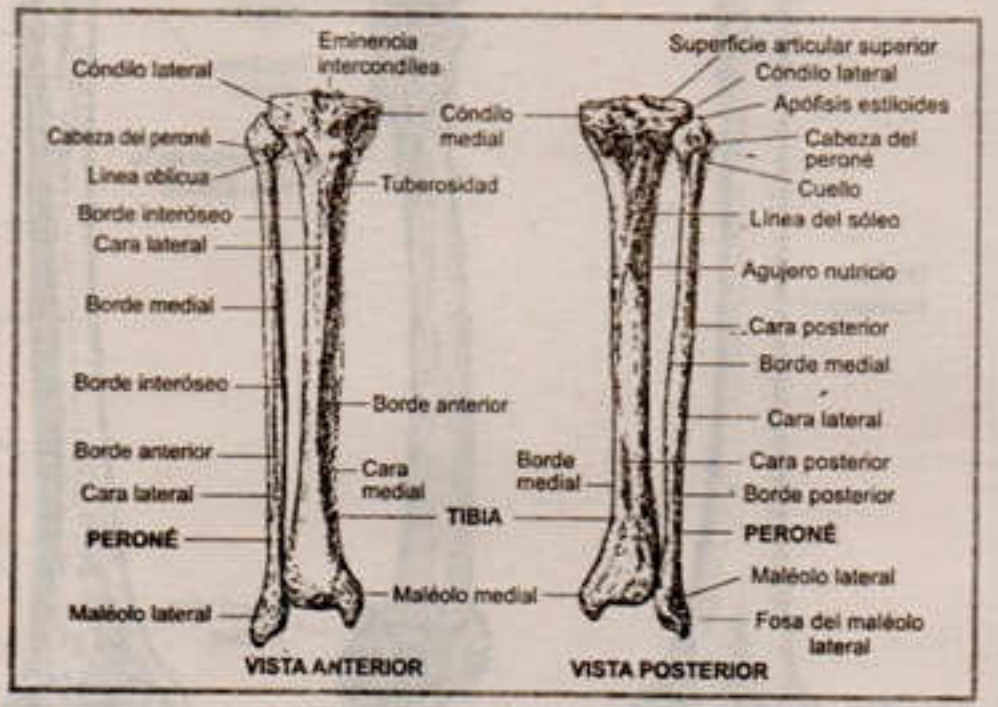
7.2.2. La rótula (2)

Es un pequeño hueso triangular situado por delante de la articulación de la rodilla. Es un hueso que se desarrolla dentro del tendón del músculo cuadríceps. Es un hueso sesamoideo (huesos que se desarrollan en tendones) que tiene el mayor tamaño de todos estos. La parte del tendón del músculo cuádriceps, que continúa a la rótula, se llama ligamento rotuliano y se fija en la tibia. En su cara posterior, se articula con los cóndilos del fémur, sobre el cual se desliza durante los movimientos de la pierna. La rótula se palpa fácilmente y es posible moverla de un lado a otro.

7.3. LOS HUESOS DE LA PIERNA

7.3.1. La tibia (2)

Es el segundo hueso más largo, situado en la parte anterior e interna de la pierna donde se puede palpar en toda su longitud; en la bipedestación transmite el peso del fémur a los huesos del tobillo y del pie. En su extremo proximal, se articula con los cóndilos del fémur y con la cabeza del peroné; mientras que en su extremo inferior se articula con el astrágalo y con el peroné.



7.3.2. El peroné

También es llamado fíbula. Se localiza en el lado externo de la pierna y es el más delgado de los huesos largos. En su extremo superior se articula con la tibia y en su extremo inferior se articula con la tibia y el astrágalo.

7.4. LOS HUESOS DEL PIE[3]

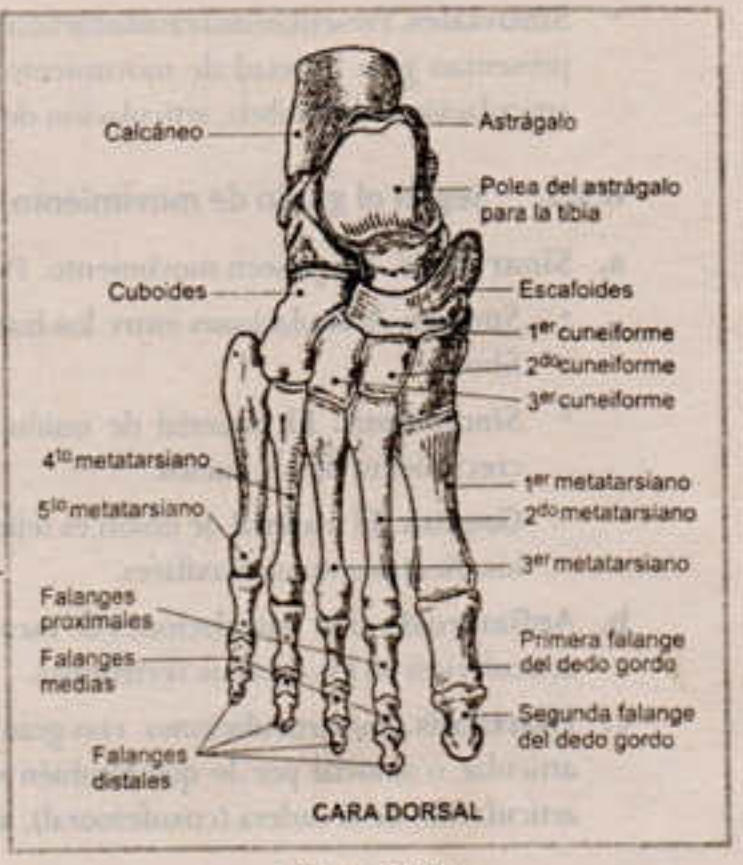
7.4.1. Tarso (14)

Está formado por un conjunto de siete huesos, los cuales están dispuestos en dos filas: una fila posterior que comprende el astrágalo y el calcáneo y una fila anterior formada por

[3] "Los huesos del pie se disponen en 2 arcos. Estos arcos permiten al pie sostener el peso del cuerpo, haciendo que la distribución de dicho peso en los tejidos duros y blandos del pie sea óptima, proporcionando una mejor palanca al caminar..... Los huesos que forman el arco se mantienen en su posición con ayuda de los ligamentos y tendones. Si éstos ligamentos y tendones se debilitan pueden dar como resultado el pie plano". *Principios de la Anatomía y Fisiología*. Tortora, G; Reynolds, S. Pág. 212

el escafoides, cuboides y el primer, segundo y tercer cuneiformes.

El astrágalo se articula con los huesos de la pierna y no presenta inserciones musculares. El calcáneo es el más grande de los huesos del tarso y se apoya en el suelo en su parte posteroinferior, en donde forma la prominencia del talón.



Huesos del pie

7.4.2. Metatarso (10)

Formado por cinco huesos metatarsianos los cuales se articulan hacia atrás con los huesos del tarso y hacia adelante se articulan con las falanges.

7.4.3. Falanges (28)

Cada dedo del pie está formado por tres falanges a excepción del primer dedo (dedo gordo), el cual posee solo dos falanges.

8 LA ARTICULACIÓN

Es un conjunto de partes blandas y duras por medio de las cuales se unen dos o más huesos próximos, permitiendo de esta manera que los diferentes segmentos del cuerpo puedan moverse.

Las articulaciones varían mucho en su estructura y, por tanto, en su función y grado de movimiento, por ello, si los huesos están estrechamente unidos será más limitado el movimien

8.1. CLASIFICACIÓN

8.1.1. Según la estructura de la articulación

- **Fibrosas.** En estas articulaciones, los huesos se unen por tejido fibroso. Ejemplo: las suturas del cráneo.
- **Cartilaginosas.** La unión se realiza por cartílago. Ejemplo: sincondrosis (unión entre la epífisis y diáfisis mediante el cartílago de crecimiento), sínfisis del pubis, articulación entre los cuerpos vertebrales (disco intervertebral).

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

- **Sinoviales.** Presentan una cavidad articular llena de líquido sinovial. Estas articulaciones presentan gran libertad de movimiento, son llamadas también diartrosis. Ejemplo: articulación del hombro, articulación de la rodilla.

8.1.2. Según el grado de movimiento

a. **Sinartrosis.** No poseen movimiento. Pueden ser de tres tipos:
   - ***Suturas.*** Articulaciones entre los huesos del cráneo. La unión es mediante tejido fibroso.
   - ***Sincondrosis.*** El material de unión es cartílago. Se encuentra en la placa de crecimiento de los huesos.
   - ***Gonfosis.*** El material de unión es tejido fibroso. Se encuentra en la articulación de los dientes con los maxilares.

b. **Anfiartrosis.** Son articulaciones de escaso movimiento. Ejemplo: sínfisis del pubis y articulación en los cuerpos vertebrales.

c. **Diartrosis.** Son articulaciones con gran libertad de movimiento. Poseen una cavidad articular o sinovial por lo que también se llaman articulaciones sinoviales. Ejemplo: articulación de la cadera (coxofemoral), articulación del hombro (escápulo humeral).

8.2. ESTRUCTURA DE UNA ARTICULACIÓN SINOVIAL

8.2.1. Cápsula articular

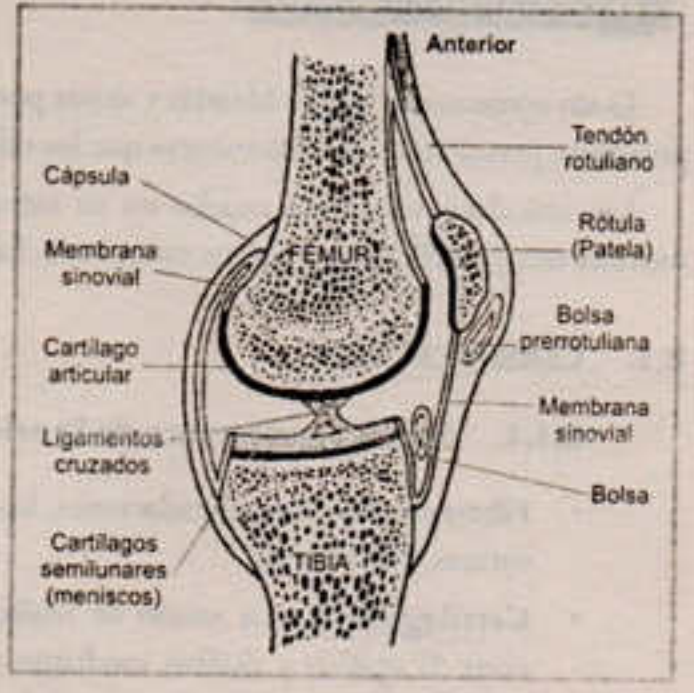
Rodea a la articulación, delimitando la cavidad sinovial y manteniendo unidos a los huesos que se articulan. Está formado por tejido conectivo denso irregular.

8.2.2. Membrana sinovial

Es una membrana de tejido conectivo vascular que reviste la superficie interna de la cápsula articular, pero no cubre al cartílago articular. Secreta el líquido sinovial que llena la cavidad articular, lubrica la articulación y proporciona nutrientes al cartílago articular.

8.2.3. Cartílago articular

Es de tipo hialino y recubre la superficie de los huesos que se articulan, pero no los mantiene unidos. Es avascular, por lo que recibe sus nutrientes a partir del líquido sinovial.



Articulación Sinovial

SISTEMA MUSCULAR ESQUELÉTICO

El sistema muscular esquelético está formado por músculos estriados voluntarios, los cuales se encargan de proporcionar movimiento al esqueleto. Para ello, los músculos esqueléticos están unidos a los huesos mediante bandas de tejido conectivo fibroso llamados tendones.

Existen aproximadamente 501 músculos estriados esqueléticos, los cuales constituyen el 40 - 50% del peso total del cuerpo.

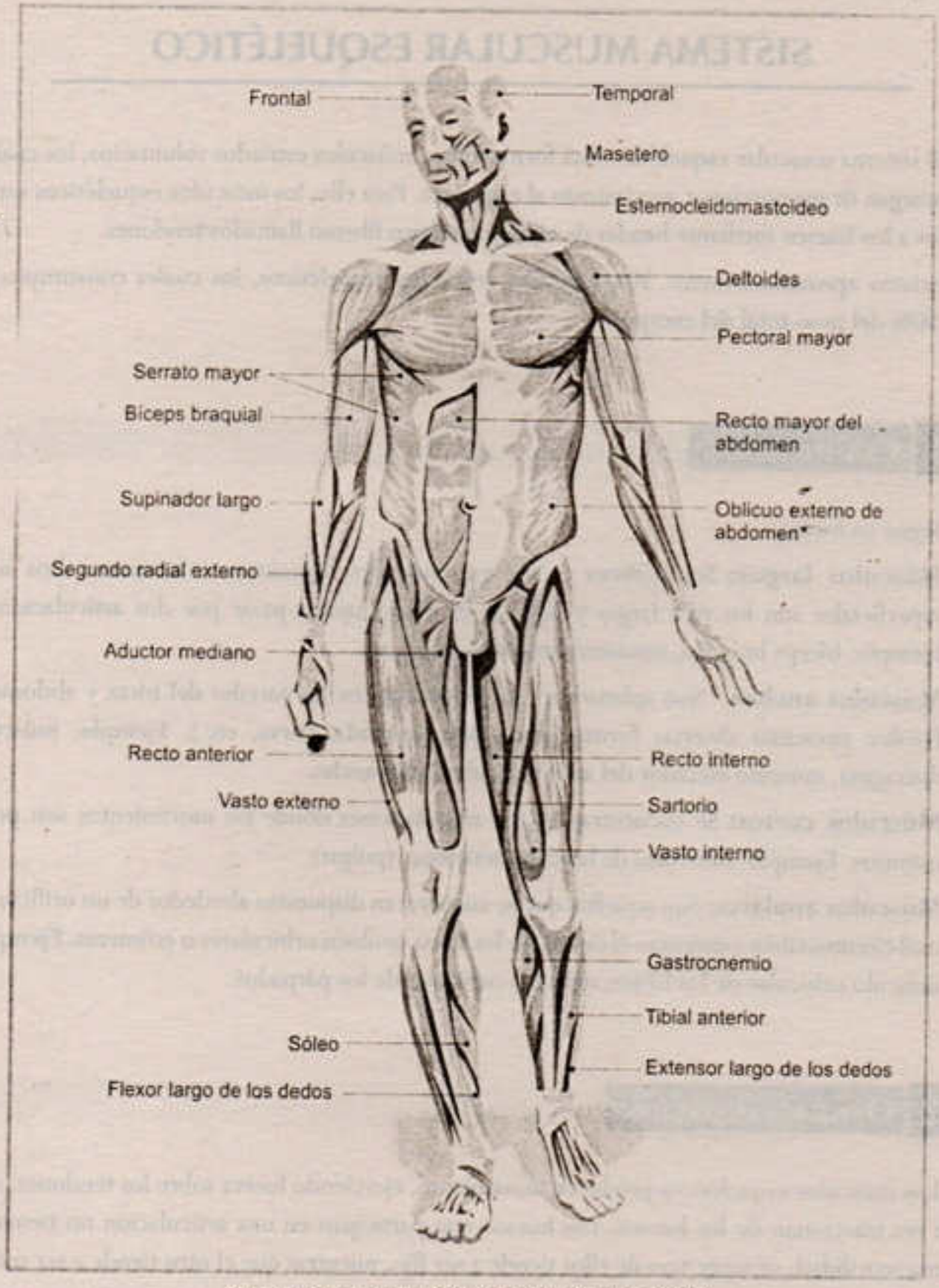
1 Clasificación

Según su forma:

- **Músculos largos:** Se localizan en las extremidades superiores e inferiores. Los más superficiales son los más largos y algunos de ellos pueden pasar por dos articulaciones. Ejemplo: bíceps braquial, semimembranoso, crural, etc.
- **Músculos anchos:** Son aplanados y se encuentran en las paredes del tórax y abdomen. Pueden presentar diversas formas (triangular, acintada, curva, etc.). Ejemplo: músculo diafragma, músculo elevador del ano, músculo dorsal ancho.
- **Músculos cortos:** Se encuentran en las articulaciones donde los movimientos son poco extensos. Ejemplo: músculos de la eminencia tenar (pulgar).
- **Músculos anulares:** Son aquellos que se encuentran dispuestos alrededor de un orificio, al cual circunscriben y aseguran el cierre. Se les llama también orbiculares o esfínteres. Ejemplo: músculo orbicular de los labios, músculo orbicular de los párpados.

2 Origen e inserción

Los músculos esqueléticos producen movimiento, ejerciendo fuerza sobre los tendones, que a su vez traccionan de los huesos. Los huesos que participan en una articulación no tienen la misma movilidad; siempre uno de ellos tiende a ser fijo, mientras que el otro tiende a ser móvil. Teniendo en cuenta esto, la unión de un tendón muscular a un hueso fijo o estacionario se conoce como **origen**; mientras que la unión del otro tendón muscular a un hueso móvil se conoce como **inserción**.



Principales músculos esqueléticos superficiales (vista anterior)

3 Sistema de palancas

Para producir movimientos, los huesos actúan como palancas y las articulaciones como puntos de apoyo. Igualmente, para que se realice el movimiento participan dos fuerzas: la **potencia**, que es la fuerza en favor del movimiento y que está dada por la contracción muscular, y, la **resistencia**, que viene a ser la fuerza en contra del movimiento y está dada por el peso de la parte del cuerpo que hay que mover. Es así, que en el movimiento de flexión del antebrazo sobre el brazo, la palanca está constituida por los dos huesos del antebrazo; el punto de apoyo es la articulación del codo, la potencia agrupa los músculos bíceps y braquial anterior y la resistencia está representada por el antebrazo, la mano y lo que esta debe levantar.

4 Acciones de grupos musculares[4]

La realización de los movimientos precisa la participación de grupos musculares, más que la de uno solo de ellos. En la ejecución de un movimiento, el grupo muscular que se contrae está dado por los músculos **agonistas**, mientras que otro grupo muscular opuesto conformado por los músculos **antagonistas** deberá relajarse para permitir el movimiento en mención. Si consideramos por ejemplo la flexión del antebrazo en el codo, el músculo agonista es el bíceps (se contrae) y el antagonista vendría a ser el tríceps (se relaja). Pero si consideramos ahora, la extensión del antebrazo, los papeles se invierten, el músculo agonista sería el tríceps (se contrae) y el antagonista el bíceps (se relaja).

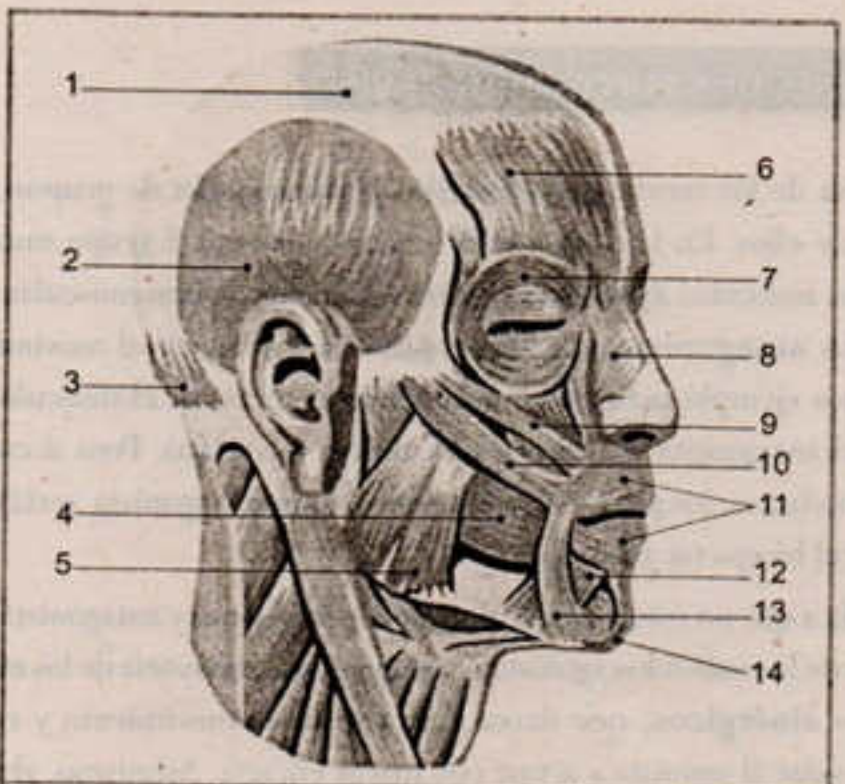
Esto nos indica que un mismo músculo puede ser agonista y antagonista, según la función que realice. Además de los músculos agonistas y antagonistas, la mayoría de los movimientos requieren de los músculos **sinérgicos**, que sirven para regular el movimiento y evitar desplazamientos indeseables y ayudar al agonista a actuar con mayor eficacia. Asimismo, algunos de los músculos sinérgicos pueden actuar también como músculos **fijadores**, ya que estabilizan el "origen" del músculo agonista aumentando su eficacia.

[4] Un músculo en reposo presenta cierto grado de contracción fisiológica refleja que recibe el nombre de tono muscular. Este se exterioriza en la conservación de actitudes posturales como ocurre en la posición de pie, en la que actúa el tono de los músculos del tronco y planta del pie. *Anatomía humana*. Latarjet. M; Ruiz, A. Pág. 23-24

5 CLASIFICACIÓN DE LOS MÚSCULOS ESQUELÉTICOS (según su función)

5.1. LOS MÚSCULOS DE LA EXPRESIÓN FACIAL

Estos músculos proporcionan al hombre la capacidad de expresar una gran variedad de emociones, como la sorpresa, el miedo, la alegría, la ira, la tristeza, etc. Los músculos se encuentran en las capas de la fascia superficial. Suelen originarse en la fascia o en los huesos del cráneo y se insertan en la piel. Por tanto, los músculos de la expresión facial, cuando se contraen, mueven la piel en lugar de una articulación. Todos están inervados por el nervio facial (VII Par craneal).



1. Aponeurosis epicraneal	9. Cigomático menor
2. Temporal	10. Cigomático mayor
3. Occipital	11. Orbicular de los labios
4. Buccinador	12. Depresor del labio inferior
5. Masetero	13. Depresor del ángulo de la boca
6. Frontal	14. Borla de la barba
7. Orbicular de los párpados	
8. Nasal	

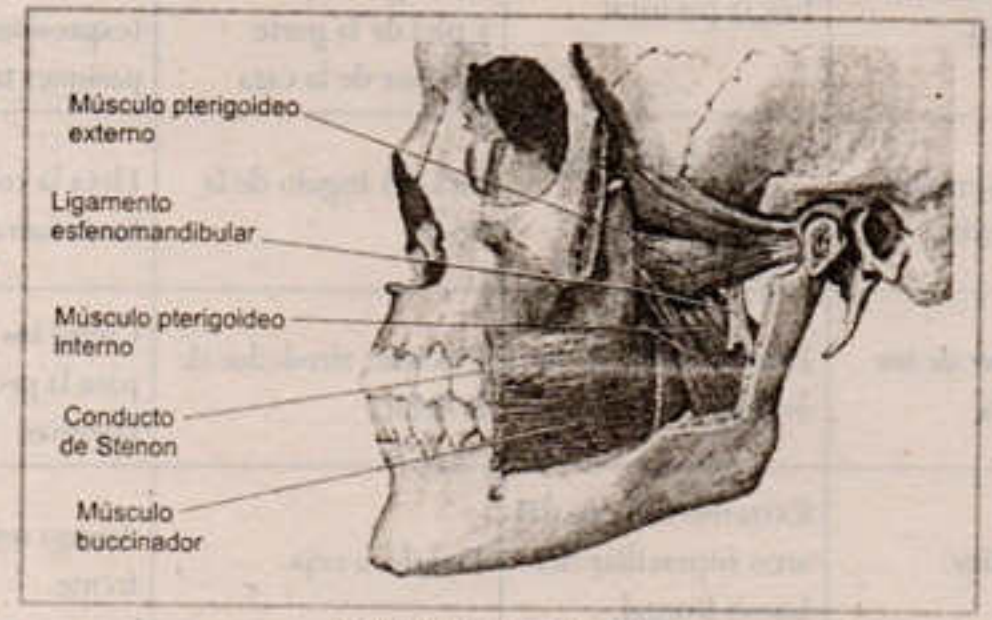
Músculos de la expresión facial (Vista lateral superficial derecha)

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
Frontal (músculo de la atención)	Aponeurosis epicraneal	Piel que cubre el borde supraorbitario	Eleva las cejas y arruga la piel de la frente.
Occipital	Hueso occipital y apófisis mastoides del hueso temporal	Aponeurosis epicraneal	Desplaza hacia atrás el cuero cabelludo.
Orbicular de los labios	Fibras musculares que rodean la abertura de la boca	Piel de la comisura de la boca	Cierra los labios, comprime los labios contra los dientes, protruye los labios y les da forma al hablar.
Cigomático mayor y menor	Hueso malar o cigomático	Piel del ángulo de la boca y músculo orbicular de los labios	Tracciona la comisura bucal hacia arriba y atrás, como se observa al reír o sonreír.
Buccinador	Ligamento pterigomaxilar y en las caras laterales de los maxilares	Orbicular de los labios	Músculo principal de la mejilla; empuja la mejilla cuando se sopla.
Cutáneo del cuello (platisma)	Fascia pectoral	Mandíbula, músculos del ángulo de la boca y piel de la parte inferior de la cara	Retrae y deprime la comisura bucal (expresión de las pasiones tristes).
Risorio (músculo de la sonrisa)	La piel de la mejilla y la fascia del músculo masetero	Piel del ángulo de la boca	Lleva la comisura bucal hacia fuera.
Orbicular de los párpados	Pared interna de la órbita	Circular, alrededor de la órbita	Cierra los ojos, sirve para la progresión de las lágrimas.
Superciliar	Extremo interno del arco superciliar del hueso frontal.	Piel de la ceja	Arruga verticalmente la frente.

5.2. LOS MÚSCULOS DE LA MASTICACIÓN

Los músculos que mueven la mandíbula son conocidos también como músculos de la masticación, ya que intervienen en la mordida y la masticación. También intervienen en el habla.

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
Masetero	Arco cigomático (borde inferior)	Ángulo y rama de la mandíbula (tuberosidad masetérica)	Eleva la mandíbula y la aprieta contra el maxilar.
Temporal	Borde inferior del hueso parietal, cara externa del esfenoides, y hueso temporal.	Vértice y cara interna de la apófisis coronoides de la mandíbula.	Eleva y retrae la mandíbula.
Pterigoideo interno (medial)	Superficie interna de la apófisis pterigoides del esfenoides, maxilar superior.	Ángulo y rama de la mandíbula. (tuberosidad pterigoidea)	Eleva y protruye la mandíbula y la desplaza lateralmente.
Pterigoideo externo (lateral)	A la mayor y superficie externa de la porción lateral de la apófisis pterigoides del esfenoides.	Cóndilo de la mandíbula, articulación temporomandibular.	Protruye la mandíbula, abre la boca y mueve lateralmente la mandíbula.



Vista lateral profunda derecha

5.3. LOS MÚSCULOS QUE MUEVEN LA CABEZA

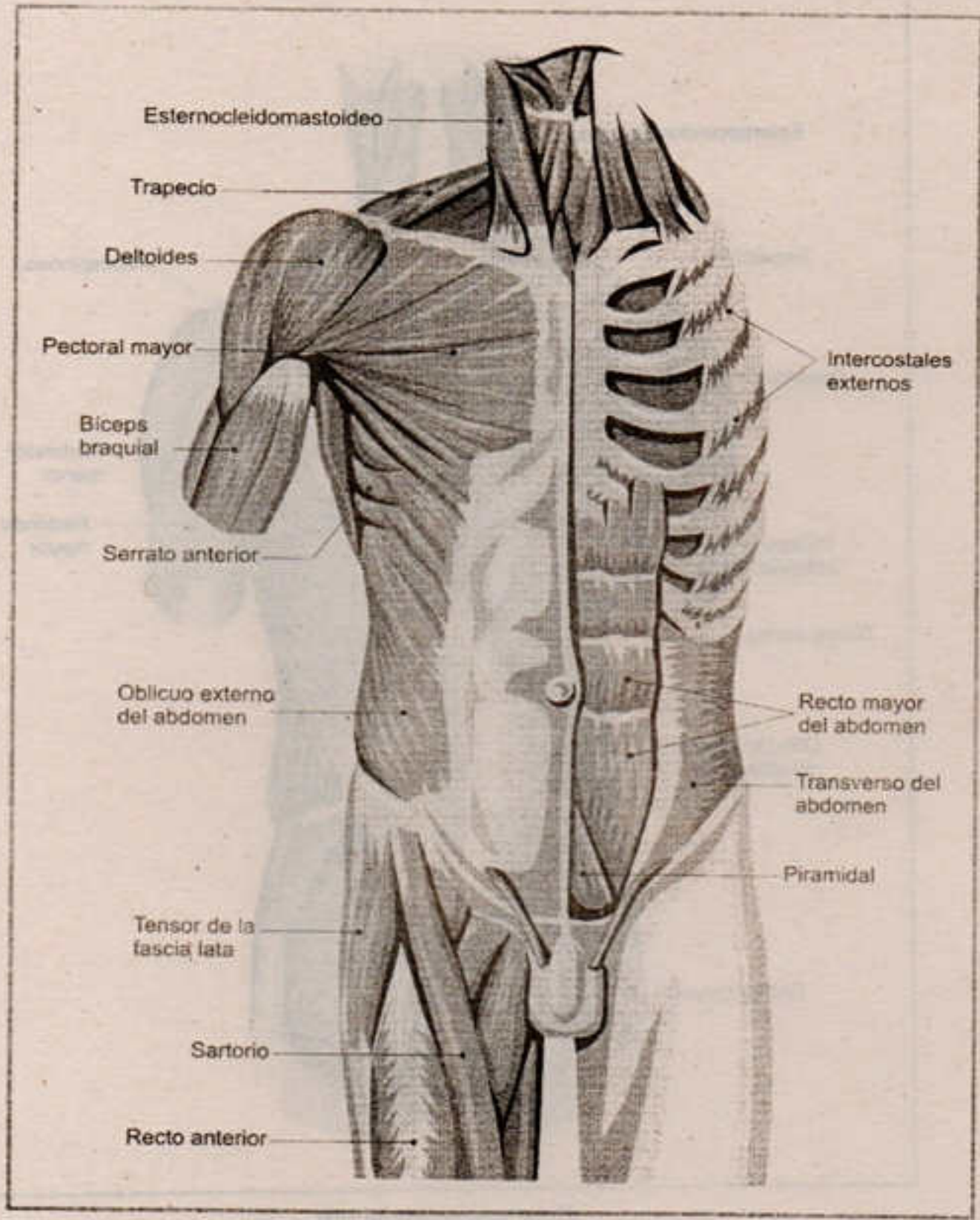
Los músculos de este grupo proporcionan movimiento a la cabeza, ya que permiten la rotación, flexión y extensión de la misma.

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
Esternocleidomastoideo	Manubrio del esternón y borde superior de la clavícula (región medial)	Apófisis mastoides del hueso temporal y línea curva occipital menor.	La contracción de ambos músculos flexiona la parte cervical de la columna vertebral y lleva la cabeza hacia delante; la contracción de un sólo músculo rota la cara hacia el lado opuesto al músculo que se contrae.
Semiespinoso de la cabeza	Apófisis articulares de la séptima vértebra cervical y apófisis transversas de D_1-D_6	Hueso occipital entre las líneas superior e inferior de la nuca.	La contracción de ambos músculos extiende la cabeza, la contracción de uno solo rota la cara hacia el mismo lado del músculo que se contrae.
Esplenio de la cabeza	Ligamento de la nuca y apófisis espinosas de la C_7 y de las tres primeras vértebras dorsales.	Hueso occipital y apófisis mastoides del hueso temporal.	Ambos músculos extienden la cabeza, la contracción de uno de ellos flexiona lateralmente y gira la cabeza hacia el mismo lado del músculo que se contrae.
Complexo menor	Apófisis transversas de D_1-D_4 y apófisis articulares de las cuatro últimas vértebras cervicales.	Vértice de la apófisis mastoides del hueso temporal.	Extiende la cabeza y rota la cara hacia el mismo lado del músculo que se contrae.

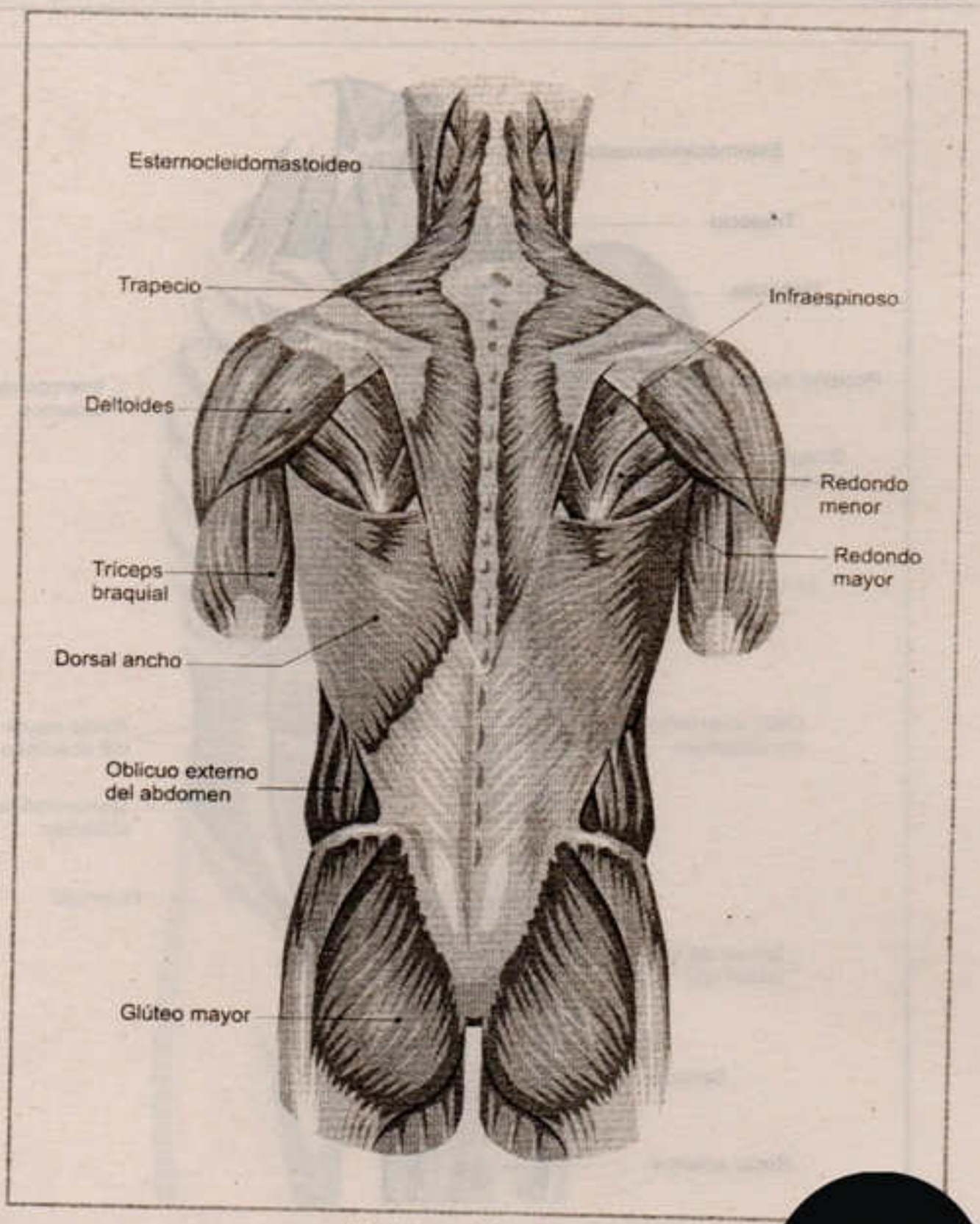
5.4. LOS MÚSCULOS QUE ACTÚAN SOBRE LA PARED ABDOMINAL

Los músculos de la pared abdominal tienen gran importancia ya que participan en la micción, en el acto defecatorio, la espiración forzada y, en las mujeres, durante el trabajo de parto. Asimismo, participan en los movimientos de rotación, flexión y lateralización de la columna vertebral.

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
Recto mayor del abdomen	Cresta y sínfisis púbica	Cartílago de la quinta a séptima costillas y apófisis xifoides del hueso esternón	Ayudan a la defecación, micción, vómitos, espiración forzada y parto, y flexiona la columna vertebral.
Oblicuo externo *(mayor) del abdomen*	Cara externa y borde inferior de las 8 últimas costillas	Cresta ilíaca y línea alba (aponeurosis de la línea media), borde del hueso coxal y en el pubis	Comprime el abdomen, la contracción de uno solo inclina lateralmente la columna vertebral; rotación lateral de la columna vertebral. Desciende las costillas (músculo espirador).
Oblicuo interno *(menor) del abdomen*	Cresta ilíaca, arco crural, aponeurosis toracolumbar	Cartílagos de las tres o cuatro últimas costillas, línea alba y borde superior del pubis	Comprime el abdomen, la contracción de un solo lado inclina lateralmente la columna vertebral; rotación lateral de la columna vertebral.
Transverso del abdomen	Cresta ilíaca, ligamento inguinal, fascia lumbar y cartílagos de las seis últimas costillas	Apófisis xifoides, línea alba y pubis	Comprime el abdomen. Deprime las costillas. Comprime las vísceras abdominales (defecación, vómito, micción)
Cuadrado lumbar	Cresta ilíaca y ligamento iliolumbar	Borde inferior de la duodécima costilla y apófisis transversas de las primeras cuatro vértebras lumbares	Fija las últimas dos costillas. La contracción de un solo lado inclina lateralmente la columna vertebral.



Músculos de la pared abdominal anterior (vista superficial y profunda)



Músculos superficiales del dorso

5.5. LOS MÚSCULOS DE LA RESPIRACIÓN

Estos músculos se unen a las costillas y con sus contracciones y relajaciones modifican el tamaño de la cavidad torácica durante la respiración normal. En la respiración forzada intervienen, además, otros músculos.

El diafragma, uno de los músculos utilizados en la respiración, tiene forma de cúpula y presenta tres aberturas principales, a través de las cuales pasan varias estructuras de la cavidad torácica a la abdominal. Estas estructuras son la aorta junto con el conducto torácico y la vena ácigos, que pasan por el **hiato aórtico**, el esófago acompañado del nervio vago (X par craneal), que pasan por el **hiato esofágico**, y la vena cava inferior, que pasa por el **agujero para la vena cava**.

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
Diafragma	Apófisis xifoides, cartílagos costales de las seis últimas costillas y vértebras lumbares	Tendón central (fuerte aponeurosis que actúa como tendón de inserción para todas las fibras musculares del diafragma. Se encuentra casi al centro del diafragma).	Tracciona del tendón central hacia abajo durante la inspiración y, a medida que aplana la cúpula diafragmática, aumenta la longitud vertical del tórax. Forma el suelo de la cavidad torácica.
Intercostales externos	Borde inferior de la costilla superior	Borde superior de la costilla inferior	Pueden elevar las costillas durante la inspiración aumentando así los diámetros anteroposterior y lateral del tórax (músculos inspiradores).
Intercostales internos	Borde superior de la costilla inferior	Borde inferior de la costilla superior	Durante la espiración forzada disminuyen los diámetros anteroposterior y lateral del tórax (músculos espiradores).

5.6. LOS MÚSCULOS QUE MUEVEN LA CINTURA ESCAPULAR (HOMBRO)

Los músculos que mueven la cintura escapular (hombro) se originan en el esqueleto axial y se insertan en la clavícula o en la escápula. La acción principal de estos músculos consiste en estabilizar la escápula, de tal manera que pueda funcionar como punto de origen estable para la mayoría de los músculos que mueven el brazo.

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
Subclavio	Primera costilla	Tercio medio de la clavícula	Estabiliza la clavícula y tracciona el hombro hacia abajo y adelante.
Pectoral menor	Tercera, cuarta y quinta costillas	Apófisis coracoides del hueso omóplato (escápula)	Tracciona la escápula hacia abajo y adelante.
Serrato mayor	Ocho o nueve primeras costillas	Borde medial y ángulo inferior de la escápula	Rota la escápula hacia arriba y hacia fuera y eleva las costillas cuando la escápula está fija.
Trapecio	Línea nucal superior del hueso occipital, ligamento de la nuca y apófisis espinosas de las siete vértebras cervicales y de todas las dorsales	Clavícula y acromion y espina de la escápula	Eleva la clavícula, aduce la escápula, la rota hacia arriba y la eleva o desciende, y rota la cabeza.
Angular del omóplato	Cuatro o cinco primeras vértebras cervicales	Parte superior del borde medial de la escápula	Eleva la escápula y la rota ligeramente hacia abajo.
Romboides mayor	Apófisis espinosas de la segunda a quinta vértebras dorsales	Borde medial de la escápula por debajo de la espina	Tracción medial de la escápula, fija la escápula al tórax y depresión del hombro.
Romboides menor	Apófisis espinosas de la séptima vértebra cervical y de la primera dorsal	Borde medial de la escápula por encima de la espina	Similar al romboides mayor

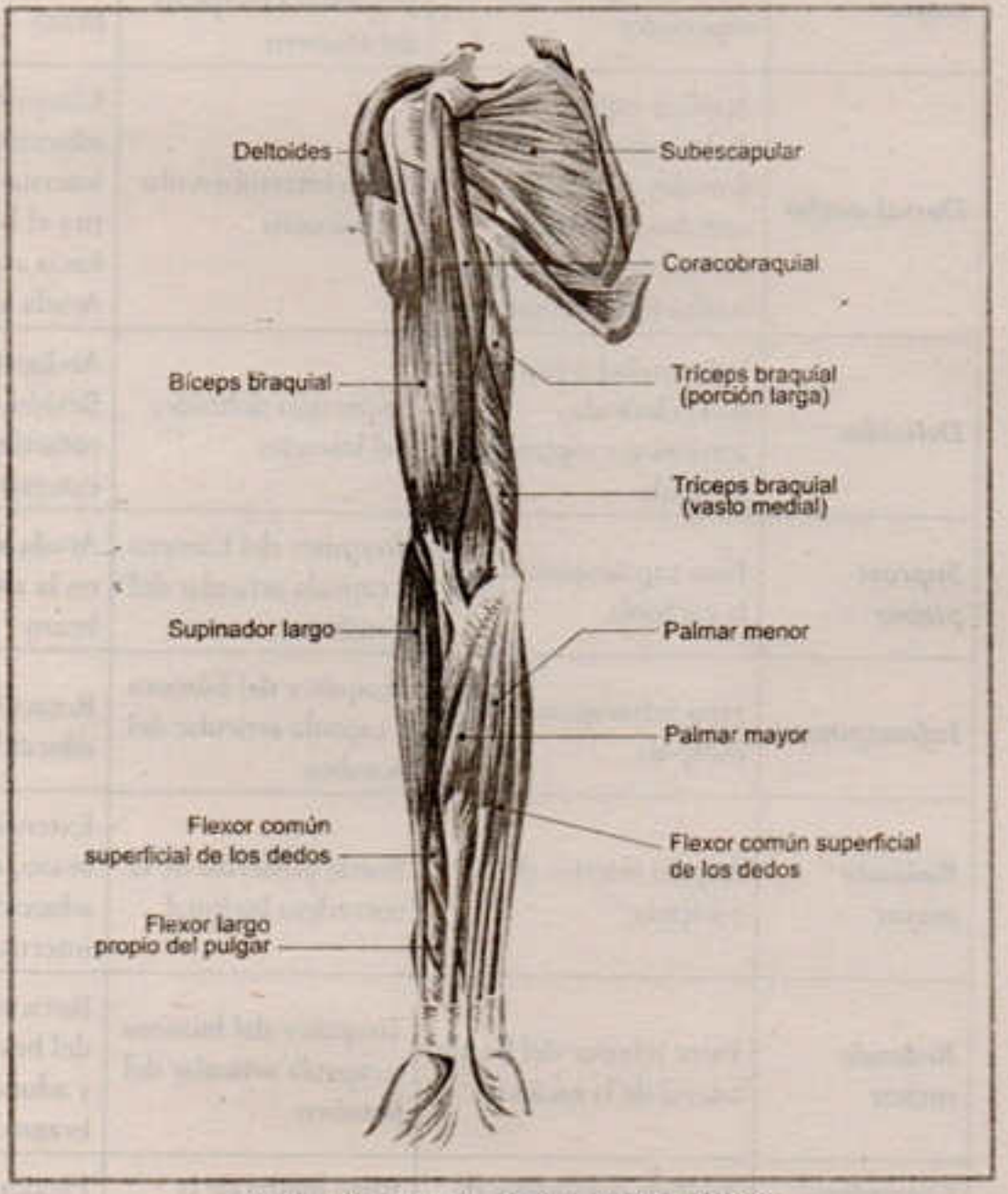
5.7. LOS MÚSCULOS QUE MUEVEN EL BRAZO (HÚMERO)

Estos músculos son ocho en total y participan proporcionando fuerza y estabilidad al hombro y a la vez imprimiendo al brazo los distintos movimientos que posee como son: rotación externa, rotación interna, aducción, abducción, flexión y extensión.

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
Pectoral mayor	Clavícula, esternón, seis cartílagos costales superiores	Troquíter y surco intertubercular (corredera bicipital) del húmero	Flexión, aducción y rotación interna del brazo
Dorsal ancho	Apófisis espinosas de las seis vértebras dorsales inferiores, vértebras lumbares, crestas del sacro e ilion, cuatro últimas costillas	Surco intertubercular del húmero	Extensión, aducción y rotación interna del brazo; tira el hombro hacia atrás y abajo. Ayuda a trepar.
Deltoides	Extremidad acromial de la clavícula, acromion y espina de la escápula	Impresión deltoidea del húmero	Abducción, flexión, extensión y rotación interna y externa del brazo
Supraes-pinoso	Fosa supraespinosa de la escápula	Troquiter del húmero y capsula articular del hombro	Ayuda al deltoides en la abducción del brazo
Infraespinoso	Fosa infraespinosa de la escápula	Troquíter del húmero y capsula articular del hombro	Rotación externa y aducción del brazo
Redondo mayor	Ángulo inferior de la escápula	Borde posterior de la corredera bicipital	Extensión del brazo, ayuda a la aducción y rotación interna del brazo.
Redondo menor	Parte inferior del borde lateral de la escápula	Troquíter del húmero y capsula articular del hombro	Rotación externa del brazo, extensión y aducción del braazo
Coracobra-quial	Apófisis coracoides de la escápula	Parte media de la diáfisis del húmero	Flexión y aducción del brazo.

5.8. LOS MÚSCULOS QUE MUEVEN EL ANTEBRAZO (CÚBITO Y RADIO)

Casi todos los músculos que mueven el antebrazo (cúbito y radio) son flexores o extensores. La articulación del codo es una articulación en bisagra, que, en condiciones normales, solo permite realizar movimientos de flexión y extensión. Mientras que el bíceps, el braquial anterior y el supinador largo son flexores del codo, el tríceps braquial y el ancóneo son extensores. Otros músculos realizan la pronación y supinación del antebrazo.



Músculos del miembro superior (vista superficial anterior)

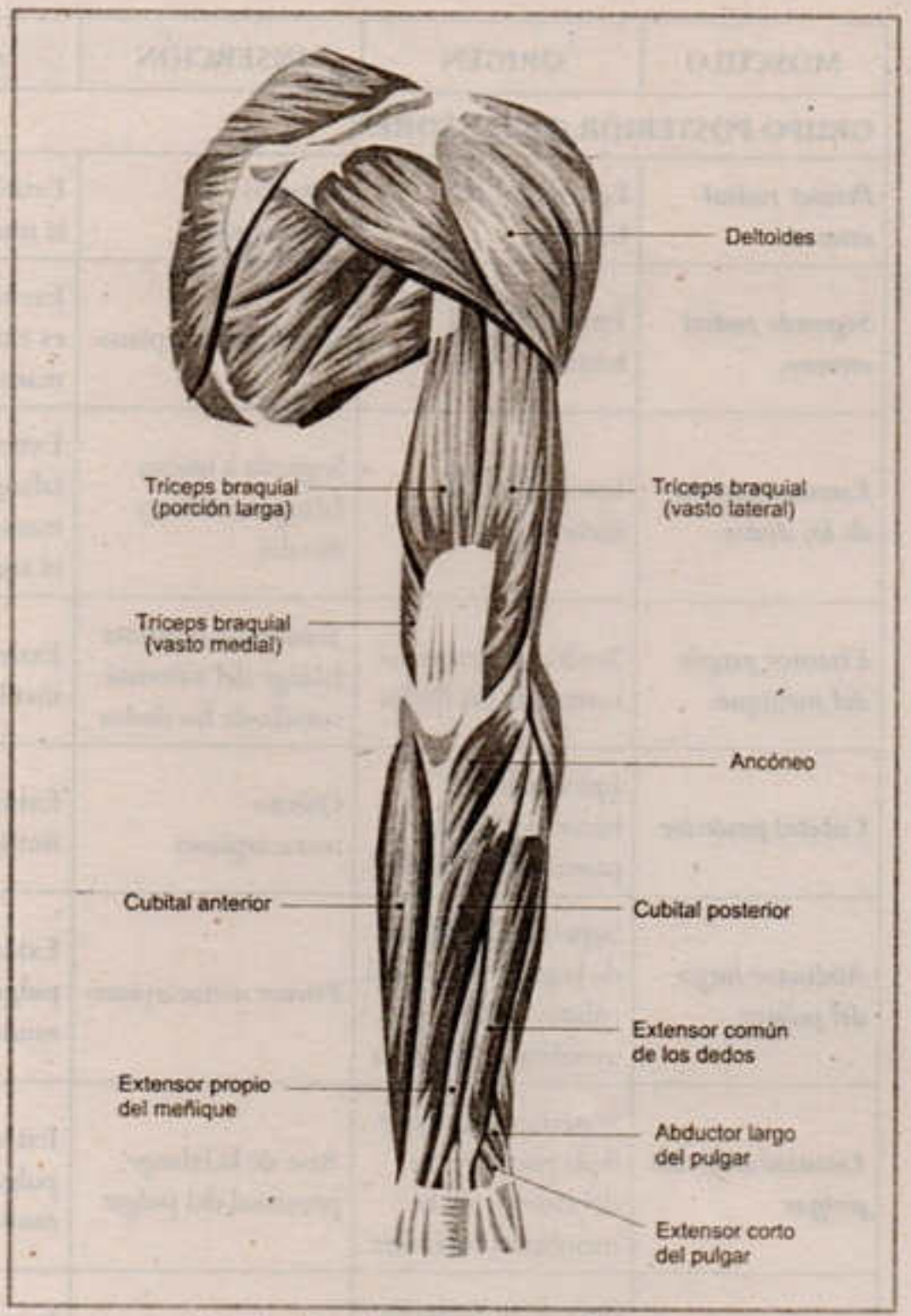
MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
FLEXORES ***Bíceps braquial***	La porción larga se origina en la tuberosidad supraglenoidea del omóplato; la corta en la apófisis coracoides del mismo hueso.	Tuberosidad bicipital del radio y aponeurosis bicipital	En la articulación humeral, eleva el brazo hacia adelante. En la articulación del codo, flexión y supinación.
Braquial anterior	Mitad inferior de la cara anterior del húmero.	Tuberosidad cubital y apófisis coronoides del cúbito	Flexiona el antebrazo.
Supinador largo	Cresta supracondílea lateral del húmero.	Superior a la apófisis estiloides del radio	Flexiona el antebrazo, semisupina y semiprona el antebrazo.
EXTENSORES ***Tríceps braquial***	La cabeza larga se origina en el tubérculo infraglenoideo de la escápula; la cabeza externa se origina en la parte lateral y posterior del húmero; la cabeza interna se origina en la parte posterior del húmero.	Olécranon del cúbito	Extiende el antebrazo y extiende el brazo
Ancóneo	Epicóndilo del húmero	Olécranon y porción superior del cuerpo del cúbito	Extiende el antebrazo
PRONADORES ***Pronador redondo***	Epitróclea del húmero y apófisis coronoides del cúbito	Cara lateral del radio.	Prona el antebrazo y la mano y flexiona el antebrazo
Pronador cuadrado	Porción distal del cuerpo del cúbito	Porción distal del cuerpo del radio	Prona el antebrazo y la mano
SUPINADORES ***Supinador corto***	Epitróclea del húmero y reborde próximo a la cavidad sigmoidea menor del cúbito	Superficie lateral del tercio proximal del radio	Supina el antebrazo y la mano.

5.9. LOS MÚSCULOS QUE MUEVEN LA MUÑECA, LA MANO Y LOS DEDOS

Se dividen en dos grupos (anterior y posterior). Los **músculos anteriores** actúan como flexores. Se originan en el húmero y se insertan típicamente en el carpo, el metacarpo o las falanges. Los **músculos posteriores** actúan como extensores. Se originan en el húmero y se insertan en el metacarpo y en las falanges.

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
GRUPO ANTERIOR (FLEXORES)			
Palmar mayor	Epitróclea del húmero	Segundo y tercer metacarpianos	Flexiona y abduce la muñeca. Flexiona la mano sobre el antebrazo, y este sobre el brazo.
Palmar menor	Epitróclea del húmero	Aponeurosis palmar y abductor corto del pulgar	Flexiona la muñeca.
Cubital anterior	Epitróclea del húmero y en el olécranon	Pisiforme, ganchoso y quinto metacarpiano	Flexiona y aduce la muñeca.
Flexor común superficial de los dedos	Epitróclea del húmero, apófisis coronoides del cúbito y línea oblicua anterior del radio	Falange media del 2° al 5° dedo	Flexiona la falange media de cada dedo.
Flexor común profundo de los dedos	Superficie interna anterior del cuerpo del cúbito	Bases de las falanges distales	Flexiona la falange distal de cada dedo.
Flexor largo propio del pulgar	Superficie anterior del radio y membrana interósea	Base de la falange distal del pulgar	Flexiona el pulgar.

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
GRUPO POSTERIOR (EXTENSORES)			
Primer radial externo.	Epicóndilo del húmero	Segundo metacarpiano	Extiende y abduce la muñeca.
Segundo radial externo.	Epicóndilo del húmero	Tercer metacarpiano	Exclusivamente es extensor de la mano.
Extensor común de los dedos.	Epicóndilo del húmero	Segunda a quinta falanges medias y distales	Extiende las falanges sobre la mano y esta sobre el antebrazo.
Extensor propio del meñique.	Tendón del extensor común de los dedos	Tendón de la quinta falange del extensor común de los dedos	Extiende el dedo meñique.
Cubital posterior	Epicóndilo del húmero y borde posterior del cúbito	Quinto metacarpiano	Extiende y aduce la muñeca.
Abductor largo del pulgar.	Superficie posterior de la parte media del cúbito, el radio y la membrana interósea	Primer metacarpiano	Extiende el dedo pulgar y abduce la muñeca.
Extensor corto del pulgar	Superficie posterior de la parte media del radio y de la membrana interósea	Base de la falange proximal del pulgar	Extiende el dedo pulgar y abduce la muñeca.
Extensor largo del pulgar	Superficie posterior de la parte media del cúbito y de la membrana interósea	Base de la falange distal del pulgar	Extiende el dedo pulgar y abduce la muñeca.
Extensor propio del índice	Superficie posterior del cúbito	Tendón del dedo índice del extensor común de los dedos	Extiende el dedo índice.



Músculos del miembro superior (vista superficial posterior)

5.10. LOS MÚSCULOS QUE MUEVEN EL MUSLO (FÉMUR)

Los músculos de las extremidades inferiores son más largos y potentes que los de las extremidades superiores, ya que sus funciones abarcan la estabilidad, la locomoción y el mantenimiento de la postura. Los músculos de las extremidades superiores se caracterizan por su versatilidad de movimientos. Además, los músculos de las extremidades inferiores cruzan a menudo dos articulaciones, actuando por igual sobre ambas.

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
Psoas mayor	Apófisis transversas y cuerpos de las vértebras lumbares.	Trocánter menor del fémur	Flexión y rotación externa del muslo; flexión de la columna vertebral
Ilíaco	Fosa ilíaca, del huexo coxal	Trocánter menor del fémur	Flexión y rotación externa del muslo y flexión de la columna vertebral
Glúteo mayor	Cresta ilíaca, sacro, cóccix y aponeurosis del sacroespinal	Tracto iliotibial de la fascia lata y parte lateral de la línea áspera del fémur.	Extensión y rotación externa del muslo. Extiendo la articulación de la rodilla
Glúteo mediano[5]	Ala del hueso ilíaco	Trocánter mayor del fémur	Abducción y rotación externa del muslo
Glúteo menor	Asa del hueso ilíaco	Trocánter mayor del fémur	Abducción y rotación externa del muslo
Tensor de la fascia lata	Cresta ilíaca, espina ilíaca anterosuperior y aponeurosis glútea	Tibia a través del tracto iliotibial	Flexión y abducción del muslo Extiende la articula-ción de la rodilla
Piramidal de la pelvis	Cara anterior del sacro	Borde superior del trocánter mayor del fémur	Rotación externa y abducción del muslo

[5] "Para muchas inyecciones intramusculares el lugar preferido es el músculo glúteo mediano de la nalga. La nalga se divide en 4 cuadrantes y el superior externo es el que se utiliza para inyectar". *Principios de Anatomía y Fisiología*. Tortora, G; Reynolds, S. Pág. 339

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
Obturador interno	Superficie interna del agujero obturador, pubis e isquion	Trocánter mayor del fémur	Rotación externa y abducción del muslo
Obturador externo	Superficie externa de la membrana obturatriz	Depresión profunda situada debajo del trocánter mayor del fémur	Rotación externa del muslo
Gémino superior	Espina isquiática	Trocánter mayor del fémur	Rotación externa y abducción del muslo
Gémino inferior	Tuberosidad isquiática	Trocánter mayor del fémur	Rotación externa y abducción del muslo
Cuadrado crural	Tuberosidad isquiática	Elevación por encima de la porción media de la cresta intertrocantérea, en la parte posterior del fémur	Rotación externa y aducción del muslo
Aductor mediano del muslo	Cresta púbica y sínfisis del pubis	Línea áspera del fémur	Aducción, rotación interna y flexión del muslo
Aductor menor del muslo	Rama inferior del pubis	Mitad superior de la línea áspera del fémur	Aducción, rotación interna y flexión del muslo
Aductor mayor del muslo	Rama inferior del pubis e isquion hasta la tuberosidad isquiática	Línea áspera del fémur	Aducción, flexión, rotación interna y extensión del muslo (la parte anterior flexiona, la posterior extiende)
Pectíneo	Rama superior del pubis	Porción superior del cuerpo del fémur	Flexión y aducción del muslo

5.11. LOS MÚSCULOS QUE ACTÚAN SOBRE LA PIERNA (TIBIA Y PERONÉ)

Los músculos que actúan sobre la pierna (tibia y peroné) se originan en la cadera y están separados en compartimientos por una fascia profunda. El **compartimiento interno** (aductor) está formado por los músculos que aducen el muslo, inervados por el nervio obturador.

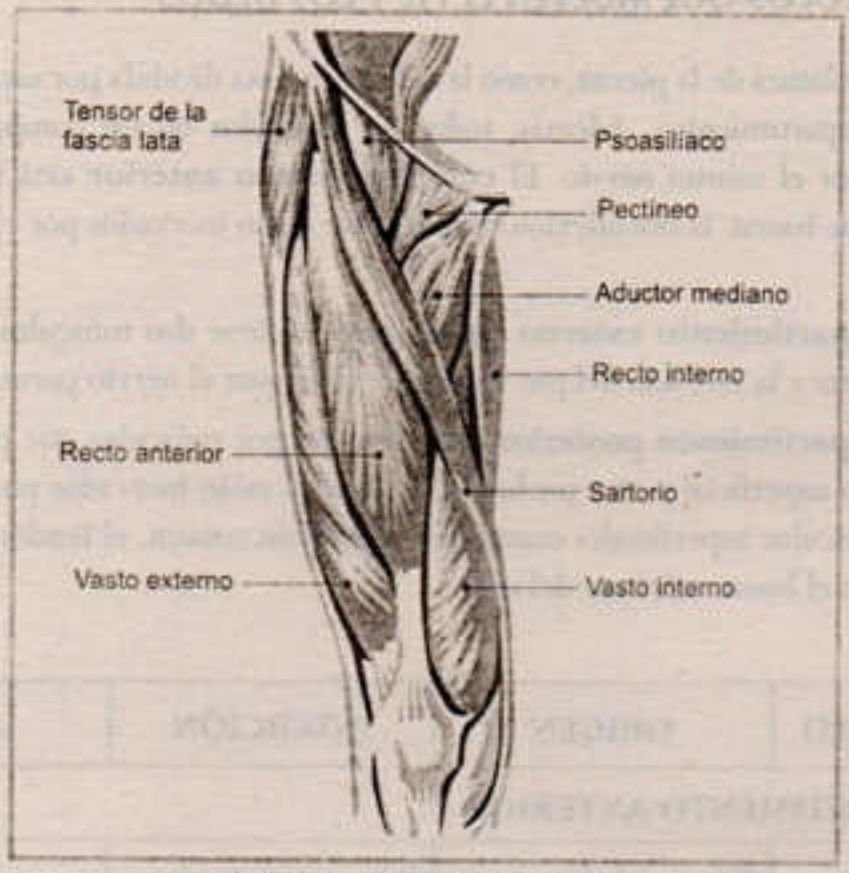
El compartimiento anterior (extensor), se denomina así debido a que sus músculos actúan extendiendo la pierna, algunos también flexionan el muslo. Está compuesto por el cuádriceps crural y el sartorio, músculos inervados por el nervio crural.

El compartimiento posterior (flexor), debe su nombre a que los músculos que lo forman flexionan la pierna (también extienden el muslo). Están inervados por ramas del nervio ciático. Está constituido por los músculos de la corva (bíceps crural, semitendinoso y semimembranoso).

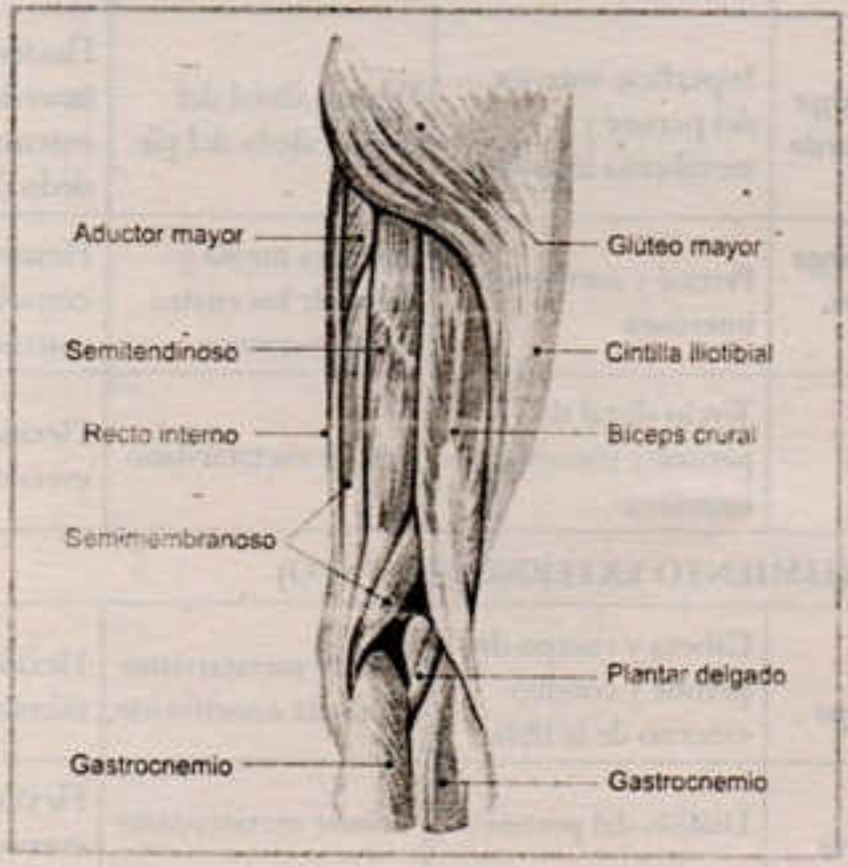
MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
COMPARTIMIENTO INTERNO (ADUCTOR)			
Aductor mayor del muslo ***Aductor mediano del muslo*** ***Aductor menor del muslo***	Ya han sido descritos		
Pectíneo recto interno del muslo	Sínfisis púbica y arco púbico	Superficie interna de la diáfisis de la tibia	Aducción del muslo y flexión de la pierna

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
COMPARTIMIENTO ANTERIOR (EXTENSOR)			
Cuádriceps*[6] *crural			
Recto anterior del muslo	Espina ilíaca anteroinferior	Borde superior de la rotula	Las cuatro cabezas extienden la pierna; la porción recta flexiona, además, el muslo.
Vasto externo	Trocánter mayor y línea áspera del fémur	Tuberosidad de la tibia a través del ligamento rotuliano (tendón del cuádriceps)	
Vasto interno	Línea áspera del fémur		
Crural	Superficies anterior y externa de la diáfisis del fémur		
Sartorio	Espina ilíaca anterosuperior	Tuberosidad de la tibia	Flexión de la pierna, flexión y rotación externa del muslo, con lo que pueden cruzarse las piernas. Se contrae cuando una persona se sienta con las piernas cruzadas en la posición del sastre.
COMPARTIMIENTO POSTERIOR (FLEXOR)			
Músculos de la corva	Nombre colectivo de tres músculos individuales		
Bíceps crural	La cabeza larga se origina en la tuberosidad isquiática, la corta en la línea áspera del fémur	Cabeza del peroné y cóndilo externo dae la tibia	Flexión de la pierna y extensión del muslo
Semitendinoso	Tuberosidad isquiática	Porción proximal de la superficie interna de la diáfisis de la tibia	Flexión de la pierna y extensión del muslo
Semimembranoso	Tuberosidad isquiática	Cóndilo interno de la tibia	Flexión de la pierna y extensión del muslo

[6] "Tirón Muscular: Contusión y desgarro de las fibras musculares lo suficientemente importantes para producir un hematoma en el muslo (colección localizada de sangre que se origina en los vasos dañados). El sitio más común es el músculo cuádriceps. Se acompaña de dolor localizado o rigidez muscular, generalmente las consecuencias del traumatismo". *Anatomía humana*. Pansky, Ben. Pág. 223



Músculos del muslo (vista anterior)



Músculos del muslo (vista posterior)

5.12. LOS MÚSCULOS QUE MUEVEN EL PIE Y LOS DEDOS

La musculatura de la pierna, como la del muslo, está dividida por una fascia profunda en tres compartimientos. Además, todos los músculos de un compartimiento están inervados por el mismo nervio. El **compartimiento anterior** está formado por los músculos que hacen la dorsiflexión del pie y que están inervados por el nervio peroneo profundo.

El compartimiento externo (peroneo) contiene dos músculos que efectúan la flexión plantar y la eversión del pie. Están inervados por el nervio peroneo superficial.

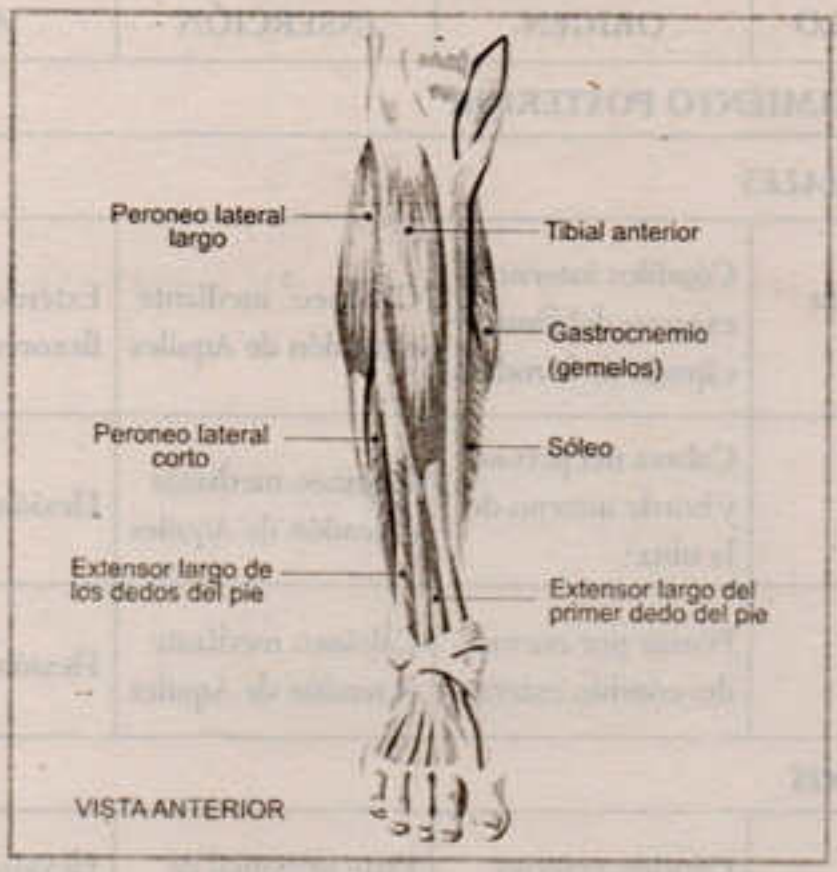
El compartimiento posterior está formado por músculos que pueden separarse en un grupo superficial y otro profundo. Todo ellos están inervados por el nervio tibial. Los tres músculos superficiales comparten un tendón común, el tendón de Aquiles, que se inserta en el hueso calcáneo del talón.

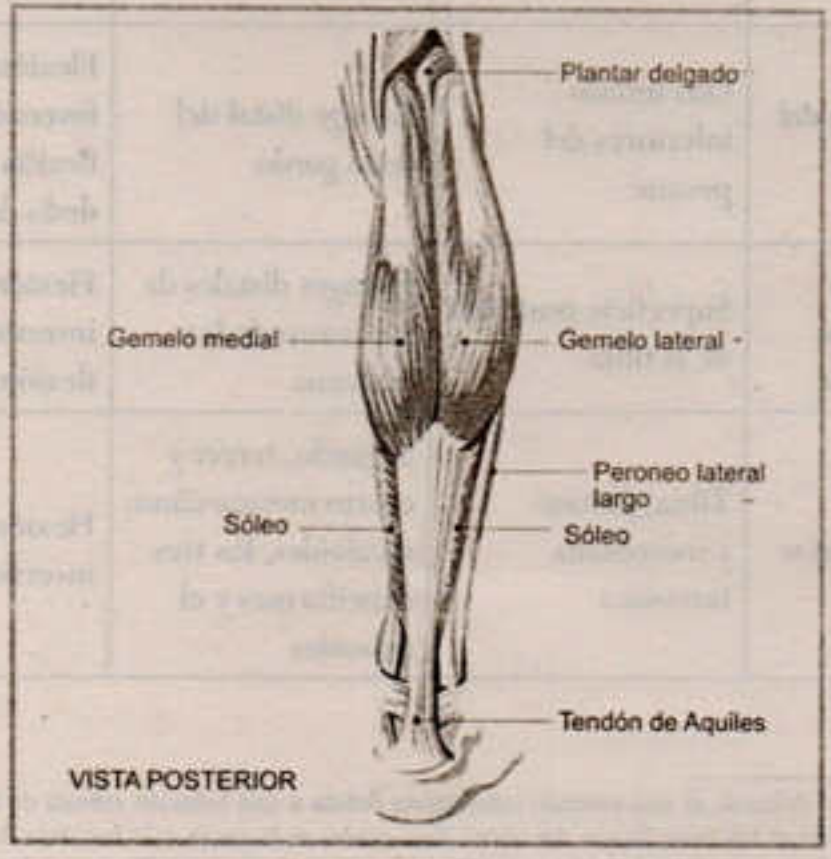
MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
COMPARTIMIENTO ANTERIOR			
Tibial anterior	Tuberosidad externa de la tibia y ligamento interóseo	Primer metatarsiano y primer cuneiforme (interno)	Flexión dorsal e inversión del pie
Extensor largo del dedo gordo	Superficie anterior del peroné y membrana interósea	Falange distal del primer dedo del pie	Flexión dorsal e inversión del pie y extensión del primer dedo del pie
Extensor largo de los dedos del pie	Peroné y membrana interósea	Falanges media y distal de los cuatro dedos externos	Flexión dorsal y eversión del pie y extensión de los dedos
Peroneo anterior	Tercio distal del peroné y membrana interósea	Primer metatarsiano	Flexión dorsal y eversión del pie
COMPARTIMIENTO EXTERNO(PERONEO)			
Peroneo lateral largo	Cabeza y cuerpo del peroné y cóndilo externo de la tibia	Primer metatarsiano y primer cuneiforme	Flexión plantar y eversión del pie
Peroneo lateral corto	Diáfisis del peroné	Primer metatarsiano	Flexión plantar y eversión del pie

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN
COMPARTIMIENTO POSTERIOR			
SUPERFICIALES			
Gastrocnemio (gemelos)	Cóndilos interno y externo del fémur y cápsula de la rodilla	Calcáneo[7] mediante el tendón de Aquiles	Extensores del pie y flexores de la pierna
Sóleo	Cabeza del peroné y borde interno de la tibia	Calcáneo mediante el tendón de Aquiles	Flexión plantar del pie
Plantar delgado	Fémur por encima del cóndilo externo	Calcáneo mediante el tendón de Aquiles	Flexión plantar del pie
PROFUNDOS			
Poplíteo	Cóndilo externo del fémur	Parte proximal de la tibia	Flexión y rotación interna de la pierna
Flexor largo del dedo gordo	Dos tercios inferiores del peroné	Falange distal del dedo gordo	Flexión plantar e inversión del pie y flexión del primer dedo del pie
Flexor largo común de los dedos del pie	Superficie posterior de la tibia	Falanges distales de los cuatro dedos externos	Flexión plantar e inversión del pie y flexión de los dedos
Tibial posterior	Tibia, peroné y membrana interósea	Segundo, tercer y cuarto metatarsiano; escafoides, los tres cuneiformes y el cuboides	Flexión plantar e inversión del pie

[7] "El síndrome del talón doloroso es una reacción inflamatoria debida a una irritación crónica de la aponeurosis (fascia) plantar en su origen, en el calcáneo (hueso del talón). Este cuadro es la causa más frecuente de dolor en el talón de corredores y surge en respuesta a los impactos repetidos al caminar o al correr". *Principios de Anatomía y Fisiología*. Tortora, G. Reynolds, S. Pág. 341

MÚSCULOS DE LA PIERNA





Osteoporosis: El daño oculto

Alrededor de 20 millones de estadounidenses, la mayoría conformada por mujeres posmeno - páusicas, son víctimas de una forma insidiosa de pérdida ósea (que es prevenible) llamada osteoporosis (literalmente, "huesos porosos"). La densidad ósea aumenta rápidamente desde el nacimiento hasta la etapa adulta y llega a su máximo a los 35 años. Desde ese momento, la actividad de los osteoclastos excede a la de los osteoblastos y la densidad ósea empieza una disminución y declinación natural.

Es ocho veces más probable que las mujeres padezcan de osteoporosis que los hombres. ¿Por qué? Una razón es que los huesos de las mujeres son aproximadamente un 30 por ciento menos sólidos que los de los varones, de manera que ellos pierden menos hueso. Otro factor es el calcio de la dieta, que es más bajo en la de las mujeres que en la de los varones. El 60 por ciento de las mujeres entre 18 y los 30 años de edad obtiene menos calcio que el recomendado y tiende a consumir menos conforme envejece. Como resultado, cuando llegan a la edad en que se inicia de manera natural la pérdida ósea, sus huesos pueden ser mucho más frágiles de lo que deberían. Otro factor único en las mujeres es el papel de los estrógenos, que estimulan a los osteoblastos y ayudan a mantener la densidad ósea. Después de la menopausia, cuando la producción de estrógenos cae, las mujeres pierden del 3 al 5 por ciento de su masa ósea cada año durante varios años. Se calcula que la mitad de las mujeres mayores de 65 años de edad tiene cierto grado de osteoporosis.

Otro factor importante que contribuye a la osteoporosis es la falta de ejercicio de soporte de peso, como caminar, bailar o correr. Los huesos soportan un estrés moderado, pero conforme la gente envejece tiende a ser menos activa. La inactividad o estar postrado en cama (o no soportar peso, como han descubierto los astronautas) da como resultado una pérdida rápida de calcio óseo. Por el contrario, el ejercicio aun en los ancianos, puede invertir la pérdida ósea y aumentar la masa ósea. El alcoholismo y el tabaquismo también contribuyen a la pérdida ósea y a la osteoporosis.

Aunque cierta pérdida ósea es normal, en la osteoporosis la pérdida es suficiente para debilitar los huesos y hacerlos vulnerables a las fracturas y a deformarse. Frecuentemente, las vértebras de pacientes con osteoporosis se comprimen, lo que ocasiona una apariencia jorobada. En casos extremos, actividades sencillas como levantar la bolsa de las compras o abrir una ventana pueden romper un hueso. De las mujeres que viven hasta los 85 años de edad, aproximadamente el 30 por ciento presentará una fractura de cadera, que está debilitada por osteoporosis. Como resultado de las fracturas de cadera, los ancianos con frecuencia se hacen mucho menos autosuficientes y activos, y el 5 por ciento de ellos muere en los siguientes seis meses por complicaciones, como la neumonía.

Los complementos hormonales (estrógenos o una combinación de estrógenos y progesterona) pueden detener el progreso de la osteoporosis en mujeres posmenopáusicas. El fluoruro de sodio, en combinación con complementos de calcio y vitamina D (importante para el metabolismo adecuado del calcio) se prescribe en ocasiones para aumentar la deposición ósea. Sin embargo, a veces tales tratamiento pueden tener efectos colaterales indeseables.

Fuente: *Biología*. Audesirk. Pág. 188

¿Qué es la artritis?

Todo el conjunto de alteraciones aquí mencionadas se conjugan para causar la llamada artritis. Este término es derivado de dos palabras griegas **artros** (articulación) e **itis** (inflamación) y su aparición no es más sino un anuncio de que algo anda mal en esta importante estructura.

La forma como se presenta la artritis es bien conocida, sin embargo, deben hacerse algunas precisiones. Una cosa es la inflamación y otra el dolor articular aislado. En el primer caso, además de encontrarse dolorosa la articulación, la piel que la rodea aparece enrojecida y hay hinchazón. En la segunda situación aunque la articulación puede doler, no es posible inflamación, los médicos denominan a esta situación artralgia (articulación dolorosa).

Enfermedades que causan artritis

La función de las articulaciones es permitir la movilidad de los diferentes segmentos corporales. Para este fin están dotadas de arcos de movimientos limitados de acuerdo con el tipo de articulación.

Cuando los arcos de movimiento son sobrepasados o la articulación es forzada a hacer una función que la sobrecarga, pueden sobrevenir alteraciones del tipo de la artritis. Sin embargo esta no es la única causa de artritis. Existen enfermedades que surgen de manera espontánea y cuya manifestación principal es la inflamación articular.

Unas son más graves que otras. Unas tienen curación mientras otras deben ser tratadas o controladas, pero nunca desaparecerán.

A manera de ejemplo, enfermedades como la gota alteran con gran selectividad las articulaciones, mientras que otras enfermedades cuya manifestación principal se encuentra en la piel, pueden afectar de forma secundaria a las articulaciones.

El momento en que aparece así como la localización de la inflamación de las articulaciones contribuye a distinguir los diferentes tipos de artritis. Es muy importante, por ejemplo, estar atentos a la duración de la inflamación articular fijándose en si desaparece y reaparece o si es continua o transitoria. De igual manera las enfermedades pueden afectar un número variable de articulaciones, asimismo las alteraciones de las articulaciones pequeñas no son las mismas de las articulaciones más grandes.

Artritis Reumatoidea

Cuando las personas sufren dolor al moverse, presentan rigidez, dolor o inflamación en las articulaciones siempre se hacen la pregunta, ¿será reumatismo? El término reumatismo se utiliza de manera amplia para identificar una serie de enfermedades que pueden afectar no sólo las articulaciones sino los tejidos que las rodean (tendones, cartílagos y músculos, entre otros).

De esta manera más precisa, el reumatismo hace referencia directa a la artritis reumatoidea, enfermedad que afecta particularmente a las mujeres entre los treinta y cincuenta años.

Quienes son afectados por la artritis reumatoidea sufren con frecuencia múltiples dolencias entre las que se incluyen fatiga, debilidad general, dolores musculares y otros síntomas poco precisos que pueden preceder a la aparición de la inflamación articular.

Un poco más tarde se manifiestan los trastornos articulares que típicamente incluyen inflamación y dolor de múltiples articulaciones. Las coyunturas de las falanges de las manos y del codo son afectadas con gran frecuencia. Al comienzo las manos sufren una rigidez que se presenta en la mañana, pero que va mejorando con el transcurso del día.

Otra de las características de la artritis reumatoidea está dada por la variación de la severidad de los síntomas, pues hay períodos en los cuales el paciente se siente muy bien (período de remisión) y otros en los cuales el dolor y la inflamación florecen causando gran limitación en las actividades diarias del afectado (período de exacerbación). De cualquier manera, el proceso inflamatorio persiste en mayor o menor grado, haciéndose crónico y conduciendo en no pocos casos a deformidades incapacitantes de las articulaciones.

Articulación inflamada

El mecanismo de cómo se origina la inflamación en la artritis no se conoce con claridad, aunque se sabe que se trata de un trastorno del sistema de defensa conocido como autoinmune. En estos casos, los glóbulos blancos y las sustancias producidas normalmente para defender al organismo de gérmenes infecciosos o sustancias extrañas comienzan a atacar los tejidos propios, causando inflamación, por incremento en la producción del líquido sinovial o engrosamiento de la membrana sinovial. En fases más avanzadas se produce una proliferación de la membrana sinovial, y daño del cartílago articular y, finalmente, del hueso.

En este tipo de artritis se forma un tejido anormal (panus o paño) que va invadiendo y destruyendo la articulación y destruyendo la articulación y por consiguiente limitando su función.

Osteoartrosis

La enfermedad articular degenerativa es consecuencia en parte del proceso normal de envejecimiento, en el cual el uso y abuso de la articulación a lo largo de la vida se ve reflejado en un deterioro de las estructuras que mantienen el funcionamiento normal de la articulación. Así, esta alteración puede afectar a hombres después de los 45 años y a mujeres después de los 55. Virtualmente todas las personas mayores de 75 años poseen algún grado de osteoartrosis.

Debido al gran trabajo el cual están sujetas las articulaciones de la cadera y la rodilla, lugares en los cuales se soporta la mayor parte del peso del cuerpo, estas articulaciones son afectadas con mayor frecuencia. Sin embargo, el oficio desarrollado durante la vida, así como el uso excesivo y aun abusivo de algunas articulaciones pueden conducir a que un individuo presente una afección particular. Además del trabajo articular, se sabe que hay factores genéticos que predisponen a la aparición de osteoartrosis (también denominada osteoartritis) de manera prematura y no, dentro del contexto normal de envejecimiento.

La artrosis comienza de manera gradual con dolores articulares y con una inflamación mínima. Usualmente el dolor es mayor luego de que la articulación ha permanecido en reposo durante algún tiempo, como es el caso de los primeros pasos al levantarse después de una noche de descanso.

La manera como sucede el daño articular en esta condición se conoce de manera más o menos precisa. Ya que el cartílago, la cápsula articular y los músculos –que absorben la mayor parte de la presión ejercida durante el sostenimiento del cuerpo– empiezan a perder agua y otros componentes fundamentales con la edad, paralelamente ocurre una pérdida de la elasticidad y un incremento en la

fragilidad de estos tejidos, lo que conduce a que el cartílago se torne duro, áspero y quebradizo. El líquido sinovial disminuye con lo que aumenta el trauma sobre el cartílago que junto con el hueso es destruido, llevando a deformidad y pérdida de las relaciones articulares normales.

Contrario a lo que sucede en la artritis reumatoidea, la inflamación en la osteoartritis es consecuencia de la destrucción de los tejidos y no su causa. En esta enfermedad los dolores pueden ser provocados o aumentar por los cambios de temperatura al frío como al calor excesivo, por lo tanto, evítelos.

La osteoartrosis que afecta la rodilla y la cadera es especialmente frecuente en pacientes obesos y en quienes practican deportes como el fútbol, sin preparación adecuada. En el primer caso la rodilla se torna dolorosa y posteriormente pueden aparecer chasquidos al caminar, haciéndose esta función cada vez más dificultosa. Además de la obesidad, las malformaciones de las piernas, el acortamiento de una de ellas o el soporte de peso excesivos conducen a daño de la cadera (coxartrosis como la llaman los médicos) una de cuyas primeras manifestaciones es la limitación para flexionar las piernas, por ejemplo, al amarrarse los zapatos o ponerse las medias.

El dolor de espalda en personas de edad avanzada está frecuentemente relacionado con degeneración articular de la columna vertebral. En estos casos si que es cierto que el mal uso de esta estructura se refleja en alteraciones que se manifiesta por dolor. La sobrecarga de peso, la debilidad de los músculos abdominales y de la espalda, así como el uso de posturas incorrectas conducen a deterioro de las múltiples articulares de la espalda. Si a esto se suma el daño degenerativo propio de la edad o heredado, la consecuencia será un dolor crónico de espalda.

TRATAMIENTO

Como evitar o disminuir el dolor

En la actualidad se cuenta con medicamentos de gran potencia para disminuir el dolor. Sin embargo, el paciente con artritis requiere no sólo esto, sino un verdadero cambio de actitud frente a su enfermedad, ya que muy posiblemente deberá convivir con ella.

De esta forma, el ambiente psicológico que rodea al enfermo, su alimentación, la realización de ejercicio recreativo, la fisioterapia y el uso de medicamentos deberán unirse en un conjunto que llevará a una mejor calidad de vida para el afectado.

Disminución del daño articular

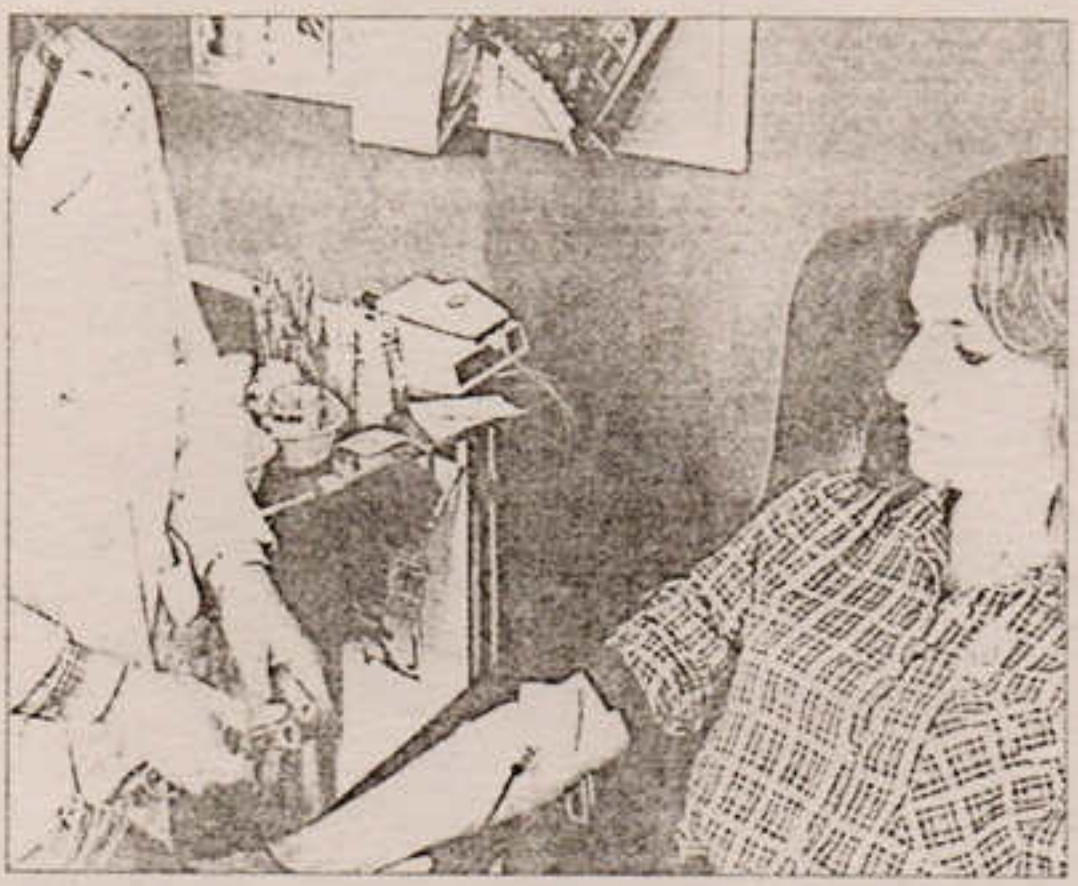
Tanto el sobre uso como el desuso del sistema musculoesquelético tienen consecuencias funestas. Por un lado, una articulación sometida a gran presión puede presentar desgaste, inflamación e incluso ruptura de algunas de sus estructuras. De otra parte, la inmovilidad o el desuso lleva a que los tejidos vivos que componen la articulación no tengan estímulo para nutrirse, crecer y fortalecerse llevando a un estado denominado atrofia, en el cual no sólo se altera la función sino que hay debilidad manifiesta. Para disminuir o prevenir el daño de nuestras articulaciones debemos entonces revisar nuestras actividades y determinar cuales de ellas nos ponen en peligro de sufrir daño articular. Existen indicaciones precisas para quienes tienen oficios que sobrecargan algunas articulaciones. Por ejemplo, quienes permanecen de pie deben, periódicamente, descansar el peso de su cuerpo en uno u otro pie permitiendo que una de las articulaciones se relaje. También es útil colocar una butaca o un objeto que permita mantener un pie más elevado que otro para que la articulación de la cadera no reciba un exceso de presión.

Fuente: www.encolombia.com/que-es-la-artritis-quees.htm

CAPÍTULO

V

La sangre



No toda persona puede donar sangre. El donante tiene que reunir una serie de condiciones: un peso determinado, una presión arterial normal, no haber padecido ciertas enfermedades, también es imprescindible identificar el grupo sanguíneo. Si no se cumplen estas normas, el donante y el receptor pueden correr graves riesgos. Por ejemplo, si la sangre del donante y el receptor no son compatibles, esto podría ocasionar problemas en la salud del receptor que, incluso, lo podría llevar a la muerte.

CAPÍTULO

V

La sangre

twitter.com/calapenshko

LA SANGRE

Capítulo V

Objetivos

- *Conocer las funciones generales de la sangre.*
- *Conocer los componentes del plasma y explicar su importancia fisiológica.*
- *Comparar la histología y las funciones de los elementos formes de la sangre.*
- *Describir las fases de la hemostasia y explicar su importancia funcional.*
- *Conocer los grupos sanguíneos ABO y Rh.*

Introducción

La sangre es una variedad de tejido conectivo especial que es puesta en movimiento (circulación) por el corazón, a través de unos conductos cerrados denominados vasos sanguíneos. Como la sangre circula por todo el cuerpo, es un vehículo ideal para el transporte de materiales.

La sangre transporta hacia las células elementos nutritivos y O_2 ; extrae de las mismas productos de desecho; transporta hormonas; interviene en el equilibrio de ácidos, bases, sales y agua en el interior de las células; y toma parte importante en la regulación de la temperatura corporal.

La sangre está constituida por una masa líquida llamada plasma, en la cual flotan los elementos formes (glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas). Los glóbulos rojos o eritrocitos poseen un pigmento denominado hemoglobina, el cual se encarga del transporte de gases. Los glóbulos blancos o leucocitos se especializan en defender al cuerpo contra bacterias nocivas y otros microorganismos. Durante las infecciones bacterianas, el número de leucocitos puede aumentar, de modo que el recuento de glóbulos blancos o leucocitos es un valor de diagnóstico útil. Las plaquetas cumplen una importante función en la hemostasia. Cuando un vaso sanguíneo es cortado, este se constriñe, lo cual reduce la pérdida de sangre. Las plaquetas se adhieren al vaso sanguíneo lesionado y forman un tapón plaquetario o coágulo temporal.

1 Características generales

La sangre se caracteriza por ser ligeramente más **densa** (1,060 g/cm^3) y más **viscosa** que el agua. Posee un pH (potencial de hidrógeno) que equivale a 7,4; es decir, es ligeramente alcalino o salado.

Existe dos tipos de sangre: una de color rojo brillante, la cual es rica en O_2 y corresponde a la sangre oxigenada o arterial. También existe un tipo de sangre de color rojo oscuro, esta es rica en CO_2 y corresponde a la sangre poco oxigenada o venosa.

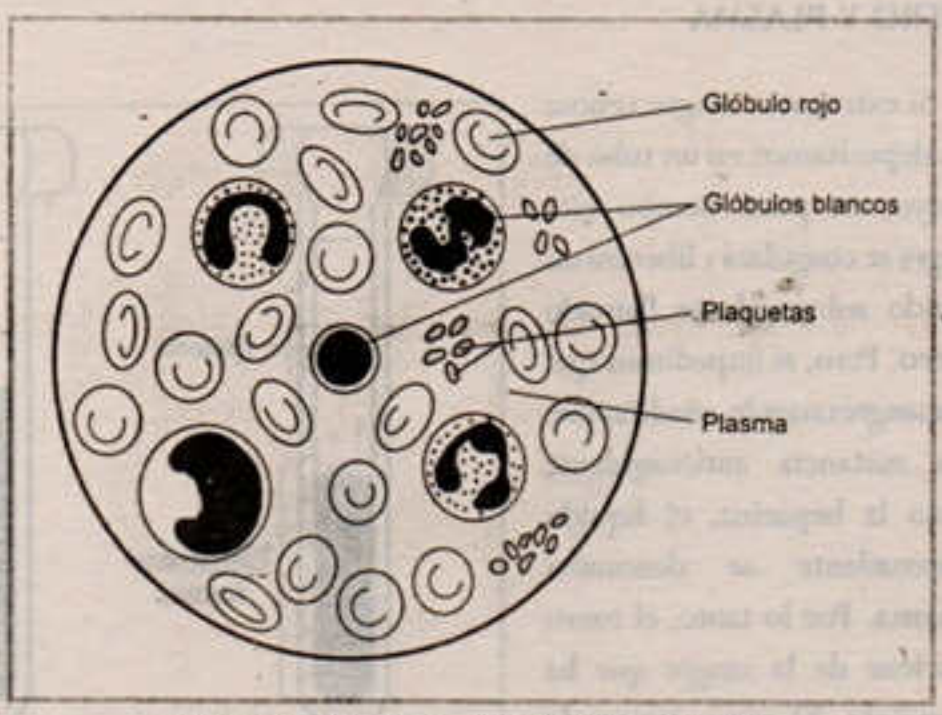
El volumen sanguíneo representa el 8% del peso corporal. Por tanto.... ¿una persona que pesa 70 kg qué cantidad de sangre tendrá aproximadamente? .... Tendrá 5,6 L de sangre.

2 Funciones

- **Respiratoria.** Transporta el oxígeno desde los pulmones a los tejidos y el anhídrido carbónico desde los tejidos a los pulmones.
- **Nutritiva.** A nivel del tracto digestivo, absorbe nutrientes y los distribuye a los tejidos.
- **Excretora.** Transporta los productos de desechos para su eliminación desde los tejidos hasta los órganos excretores (riñones, pulmones, etc).
- **Defensiva.** Protección contra microorganismos invasores y toxinas, a través de los leucocitos y anticuerpos contenidos en el plasma.
- **Regulación de la temperatura corporal.** Mantiene uniforme la temperatura corporal, mediante el transporte del calor generado en los órganos profundos, hasta la piel y los pulmones para su disipación.
- **Hormonal.** La sangre siendo el vehículo de distribución de las hormonas, permite el intercambio de mensajes químicos entre órganos distantes.
- **Hemostática.** A través de las plaquetas y los factores de la coagulación.
- **Regulación del equilibrio ácido-base.** Contribuye a mantener el pH en valores constantes, gracias a que posee sistemas tampones sumamente eficientes.

3 Composición de la sangre

La sangre está constituida por dos porciones: un líquido acuoso que contiene sustancias en disolución, la cual se denomina **plasma** y los **elementos formes**, constituidos por los glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.



Visión microscópica de los elementos formes de la sangre

3.1. EL PLASMA

Porción líquida de la sangre que forma parte del líquido extracelular y que constituye el 55% de la sangre total. Es de color amarillo ambar y representa el 5% del peso corporal. Se encarga de transportar una serie de sustancias químicas.

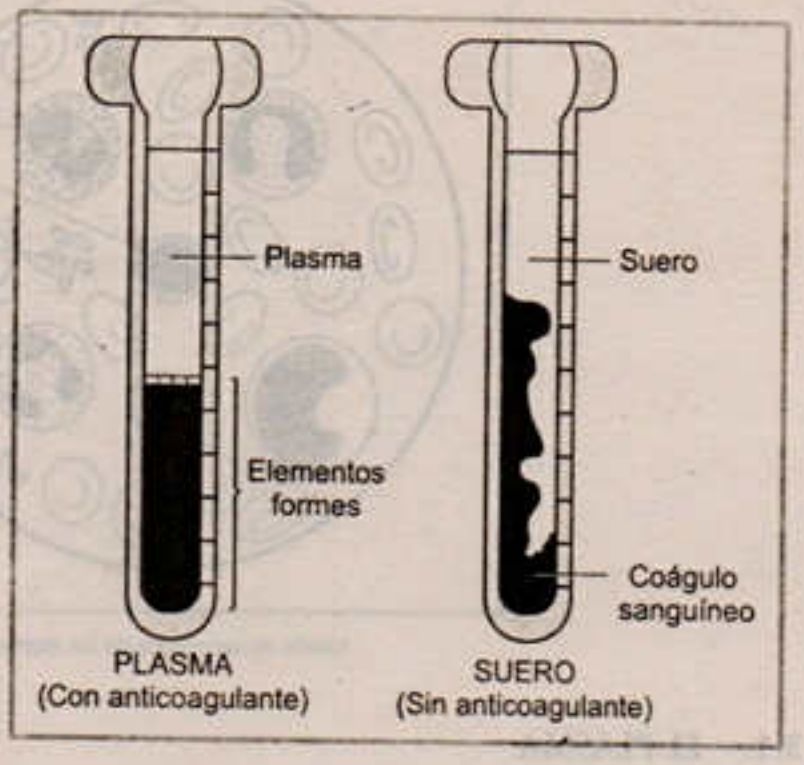
El plasma contiene cerca de un 91,5% de agua y un 8,5% de solutos, la mayor parte de los cuales (7%) son proteínas. El agua actúa como disolvente y medio de suspensión para los componentes sólidos de la sangre y absorbe, transporta y libera calor.

A las proteínas de la sangre se les conoce con el nombre de proteínas plasmáticas. La mayoría de las proteínas plasmáticas se sintetizan en el hígado, incluyendo la albúmina (54% de las proteínas plasmáticas), las globulinas (38%) y el fibrinógeno (7%). La **albúmina**, es la principal responsable de mantener la presión coloido-osmótica u oncótica del plasma, ayudando a mantener el equilibrio hídrico entre la sangre y los tejidos y regulando el volumen de la sangre. También actúa como proteína de transporte para varias hormonas esteroideas. Las **globulinas** son un grupo de proteínas al que pertenecen los anticuerpos o inmunoglobulinas. Son sintetizadas por el hígado y por las células plasmáticas derivadas de los linfocitos B. Los anticuerpos ayudan a combatir los virus del sarampión, de la hepatitis y de la polio, así como a la bacteria del tétanos. Las globulinas alfa y beta transportan hierro, grasas y vitaminas liposolubles en la sangre. El **fibrinógeno** interviene en la coagulación sanguínea, formando el coágulo de fibrina.

Otros solutos del plasma son los productos de desecho, como la úrea, el ácido úrico, la creatinina, el amoníaco y la bilirrubina; nutrientes, vitaminas, sustancias reguladoras tales como enzimas y hormonas, gases y electrólitos.

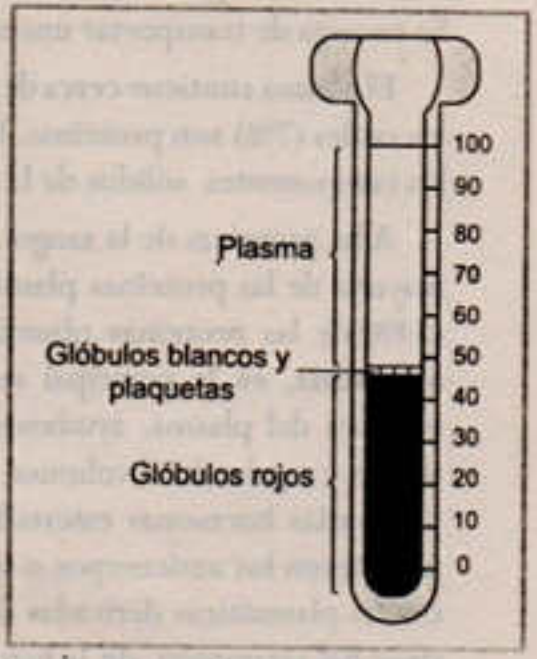
3.2. SUERO Y PLASMA

Si extraemos sangre venosa y la depositamos en un tubo de ensayo, en poco tiempo esta sangre se coagulará y liberará un líquido sobrenadante llamado **suero**. Pero, si impedimos que esta sangre coagule, añadiéndole una sustancia anticoagulante como la heparina, el líquido sobrenadante se denomina **plasma**. Por lo tanto, el suero proviene de la sangre que ha coagulado. El suero carece de fibrinógeno y otras proteínas coagulantes.



Hematócrito

Es el porcentaje de eritrocitos en un determinado volumen de sangre. Para ello, se extrae sangre venosa y se deposita en un tubo de ensayo, el cual contiene una sustancia anticoagulante (heparina). Al centrifugar la sangre, los elementos formes se sedimentan en el fondo del tubo como un precipitado de color rojo (44% del total de sangre), cubierto por una delgada capa translúcida, llamada capa blanca (1%), y, en la parte superior del tubo, se ubica el plasma líquido (55%). El precipitado de color rojo está compuesto por eritrocitos, y la capa blanca está constituida por los leucocitos y plaquetas.



Este análisis sanguíneo se utiliza para diagnosticar las anemias y policitemias (porcentaje anormalmente elevado de glóbulos rojos) y los estados de hidratación anormal. El rango normal de hematócrito en las mujeres varía de 38 - 46% (promedio 42%); en los varones oscila de 40 - 52% (promedio 45%). Por ejemplo, un hematócrito de 20% constituye un cuadro anémico.

4 La hematopoyesis

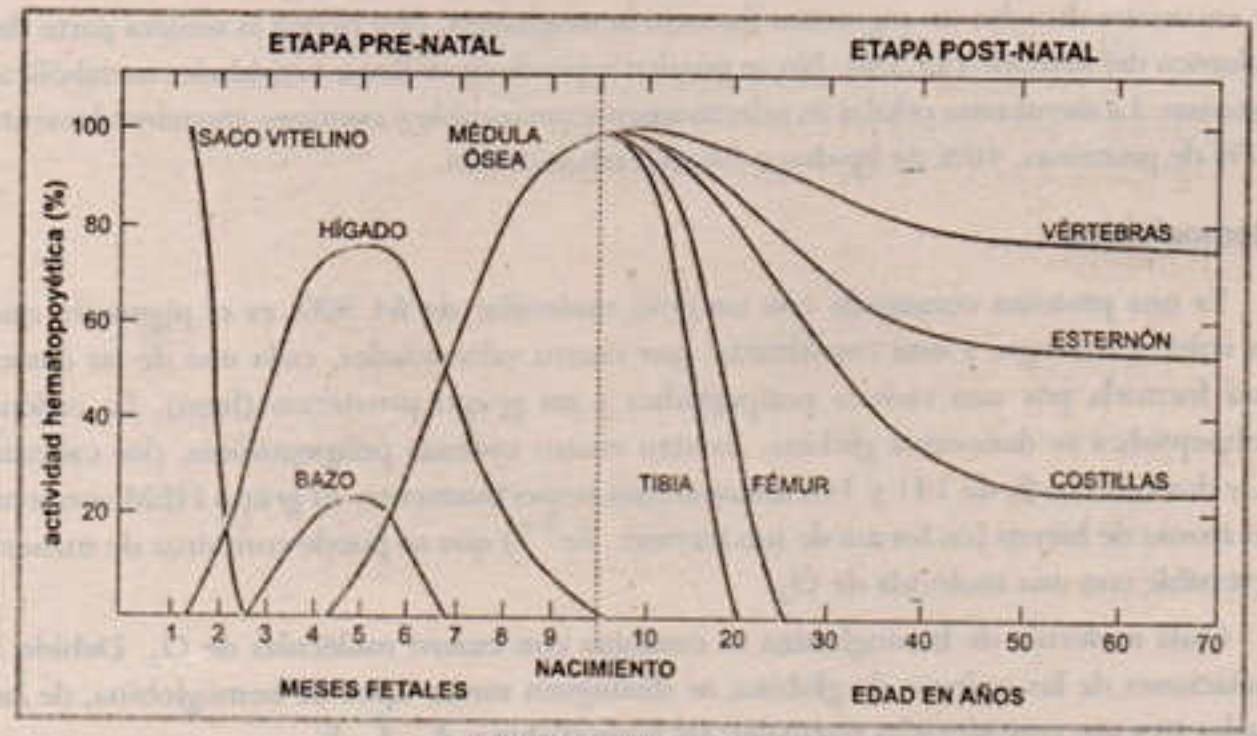
Es el proceso de la formación de los elementos formes de la sangre (eritrocitos, leucocitos y plaquetas)[1]. La hematopoyesis, en la vida intrauterina, pasa por tres períodos:

a. **Período mesoblástico:** A los 16 -19 días de gestación, a nivel del **saco vitelino**, se origina la primera generación de células hematopoyéticas las cuales se denominan células sanguíneas primitivas o hemocitoblastos. Este período se extiende hasta aproximadamente la décima semana de gestación.

b. **Período hepático:** El hígado comienza la hematopoyesis en la quinta semana de gestación y adquiere mayor importancia del tercer al sexto mes de vida fetal. Durante este período, la hematopoyesis también se realiza en el bazo, timo y ganglios linfáticos.

c. **Período medular (óseo):** A partir del cuarto a quinto mes de vida fetal, la hematopoyesis aparece en la médula ósea y, a partir del sexto mes, es el sitio principal de la hematopoyesis.

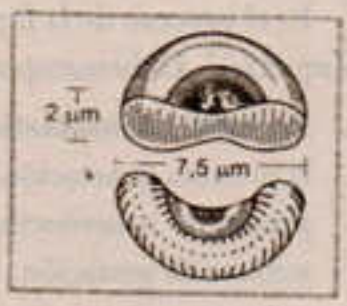
Luego del nacimiento, la hematopoyesis se realiza sólo en la médula ósea roja de todos los huesos. Después de los veinte años, la hematopoyesis se realiza en las vértebras, los huesos del cráneo, esternón, costillas, huesos de la cintura escapular y la epífisis proximal del húmero y del fémur.



Ontogenia de la hematopoyesis

[1] "El sistema hematopoyético se caracteriza por el recambio celular constante, debe haber una producción constante de hematíes, leucocitos y plaquetas para reemplazar a los que van siendo destruidos. La producción individual de un tipo celular puede aumentar sustancialmente como respuesta a estímulos adecuados como la hipoxia, hemorragia o infección". *Fisiología de la sangre y del sistema inmunológico*. Velásquez García Jorge . Pág. 11

5 Los glóbulos rojos o hematíes



También llamados eritrocitos o rubrocitos. Visto de perfil, adopta la forma de un disco bicóncavo, y visto de frente, es discoidal. Miden 7,5 µm de diámetro y 2 µm de espesor. La forma bicóncava favorece la captación de los gases respiratorios disueltos en el plasma, asimismo, permite que el eritrocito sea muy flexible, lo cual facilita su paso por capilares estrechos.

Un varón sano tiene cerca de 5 000 000 de eritrocitos por milímetro cúbico (mm^3) de sangre, y una mujer sana posee aproximadamente 4 500 000. El valor más alto en el varón se debe a las concentraciones más altas de testosterona (hormona), la cual estimula la producción de eritrocitos. En casos de anemias, disminuye su número; en cambio en la policitemia, su número se incrementa. En el poblador andino se observa una policitemia fisiológica (6 000 000/mm^3), esto se debe a la hipoxia (disminución de O_2 tisular), lo cual estimula la formación de eritrocitos.

5.1. ESTRUCTURA

Presenta membrana celular, citoplasma y carece de núcleo y organelas. En el citosol, se encuentra disuelto un pigmento llamado hemoglobina, este ocupa la tercera parte del volumen del hematíe (33,3%). No se pueden reproducir ni llevar actividades metabólicas extensas. La membrana celular es selectivamente permeable y contiene aproximadamente 52% de proteínas, 40% de lípidos y 8% de carbohidratos.

Hemoglobina

Es una proteína conjugada con un peso molecular de 64 500; es el pigmento que da color a la sangre y está constituida por cuatro subunidades, cada una de las cuales está formada por una cadena polipeptídica y un grupo prostético (hem). La cadena polipeptídica se denomina globina. Existen cuatro cadenas polipeptídicas, dos cadenas α, y dos cadenas β, de 141 y 146 aminoácidos respectivamente. El grupo HEM contiene un átomo de hierro (en forma de ion ferroso: Fe^{++}) que se puede combinar de manera reversible con una molécula de O_2.

Cada molécula de hemoglobina se combina con cuatro moléculas de O_2. Debido a variaciones de las cadenas de globina, se distinguen varios tipos de hemoglobina, de las cuales tres son consideradas normales: las hemoglobinas A_1, A_2, F.

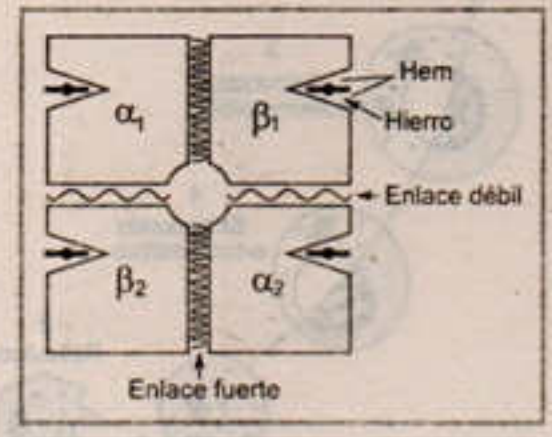
La hemoglobina A_1 (HbA_1) representa el 97% y la hemoglobina A_2 (HbA_2), el 2% de la hemoglobina del adulto normal. El tercer tipo de hemoglobina normal es característica del feto, por ello es conocida como hemoglobina fetal o F (HbF), esta representa el 100% de la hemoglobina del feto y cerca del 80% de la hemoglobina del recién nacido, y su nivel

baja progresivamente hasta el octavo mes, cuando alcanza un 1%, porcentaje semejante al del adulto.

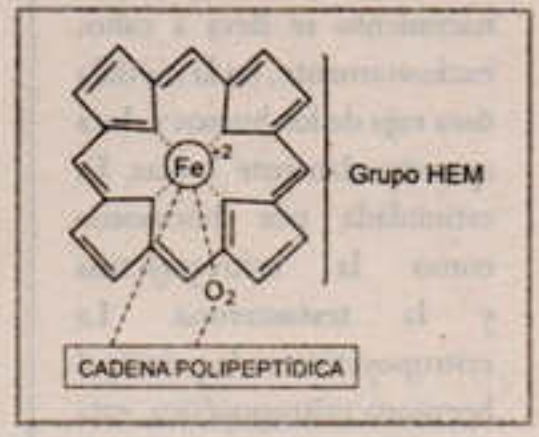
La hemoglobina fetal muestra gran afinidad por el O_2 y tiene un papel importante en la vida prenatal donde hay escasez de este, pues el feto no tiene acceso al aire y obtiene O_2 de los eritrocitos de la sangre materna a través de la placenta. En la etapa embrionaria, el embrión sintetiza las hemoglobinas *Gower I, Gower II y Portland*, las cuales se diferencian entre sí por el tipo de cadenas polipeptídicas que poseen.

La acción de ciertos fármacos y otros agentes oxidantes transforma el Fe^{++} (ferroso) de la hemoglobina en Fe^{+++} (férrico), produciendo la **metahemoglobina**, compuesto que no tiene afinidad por el oxígeno. Incluso, en condiciones normales, se forma una pequeña cantidad de metahemoglobina, que se convierte de nuevo en hemoglobina por la acción de un sistema enzimático del eritrocito.

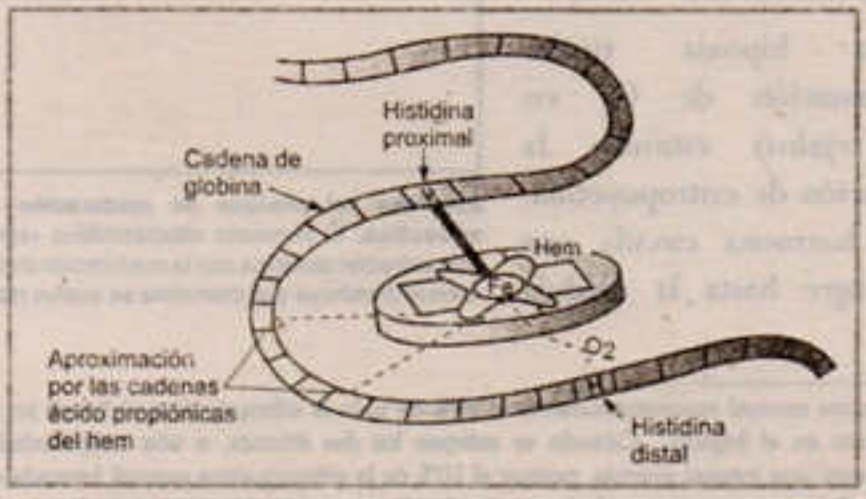
Valores normales de la hemoglobina
• varón: 14-16 g/dl • mujer: 12-14 g/dl



Una molécula de hemoglobina



Una subunidad de hemoglobina



Esquema que representa las uniones hem-globina

5.2. FUNCIONES DEL ERITROCITO

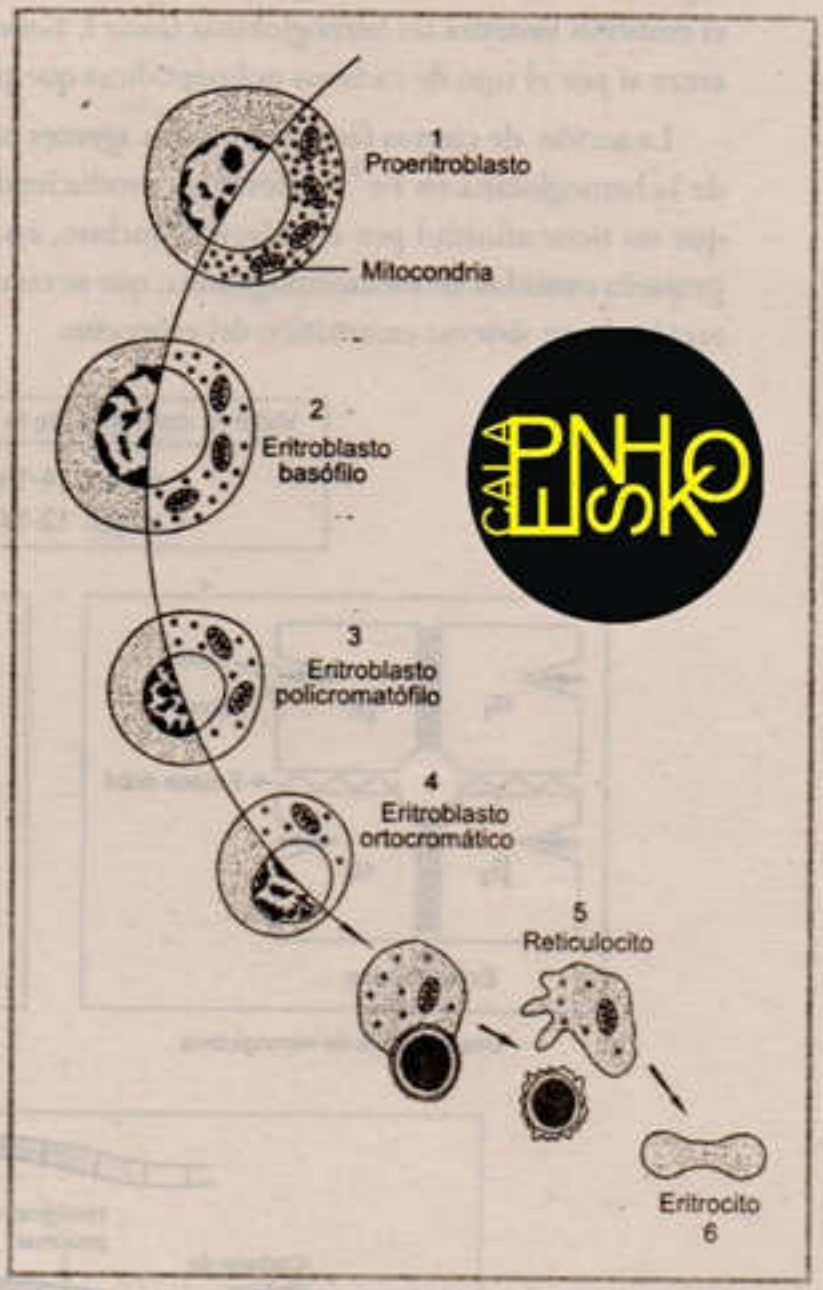
- Transporta el O_2 unido a la hemoglobina formando la oxihemoglobina (HbO_2).
- Transporta el CO_2 unido a la hemoglobina formando la carbaminohemoglobina ($Hb \bullet CO_2$).

El CO se puede unir con la hemoglobina formando la carboxihemoglobina (HbCO). El CO es muy tóxico y puede causar la muerte del individuo por asfixia.

5.3. ERITROPOYESIS

Conjunto de procesos que conllevan a la formación de eritrocitos. Después del nacimiento se lleva a cabo, exclusivamente, en la médula ósea roja de los huesos y dura aproximadamente 7 días. Es estimulada por hormonas como la eritropoyetina y la testosterona. La eritropoyetina es la principal hormona eritropoyética, esta se produce principalmente en los riñones (80 - 90%)[2].

La hipoxia tisular (disminución de O_2 en los tejidos) estimula la liberación de eritropoyetina. Esta hormona circula por la sangre hasta la médula



Resumen del proceso de maduración de las células de estirpe eritrocítica. El punteado citoplasmático representa la hemoglobina, cuya concentración aumenta con la maduración de la célula. Asimismo, el volumen nuclear disminuye y la cromatina se vuelve mas condensada.

[2] "En la persona normal aproximadamente el 90% de toda la eritropoyetina se forma en los riñones, el resto se forma principalmente en el hígado... Cuando se extirpan los dos riñones, o una enfermedad renal los destruye, aparece invariablemente una intensa anemia, porque el 10% de la eritropoyetina normal formada en otros tejidos (sobre todo el hígado) es suficiente para provocar la formación de sólo una tercera parte a la mitad de los hematíes necesarios". *Tratado de fisiología médica*. Guyton, Arthur. Pág. 470.

ósea roja, donde acelera la transformación de proeritroblastos en reticulocitos. Para la formación de glóbulos rojos, se necesita de hierro, vitamina B12, ácido fólico, Vitamina B6, ácido ascórbico, aminoácidos, Cu, Mn, Co, Zn, etc. El hierro[3] es necesario para la formación de hemoglobina. El ácido fólico y la vitamina B12 se necesita para la síntesis de ADN, en tanto que la vitamina B6 es necesaria para la síntesis del HEM.

El glóbulo rojo, antes de alcanzar el estado de madurez completa, pasa por los siguientes estadios: **proeritroblasto, eritroblasto basófilo, eritroblasto policromatófilo, eritroblasto ortocromático (acidófilo), reticulocito y eritrocito.** El proeritroblasto inicia la síntesis de hemoglobina. Los reticulocitos pasan de la médula ósea a la circulación sanguínea en donde se transforman en eritrocito, en un lapso de 24 horas.

5.4. HEMOCATERESIS

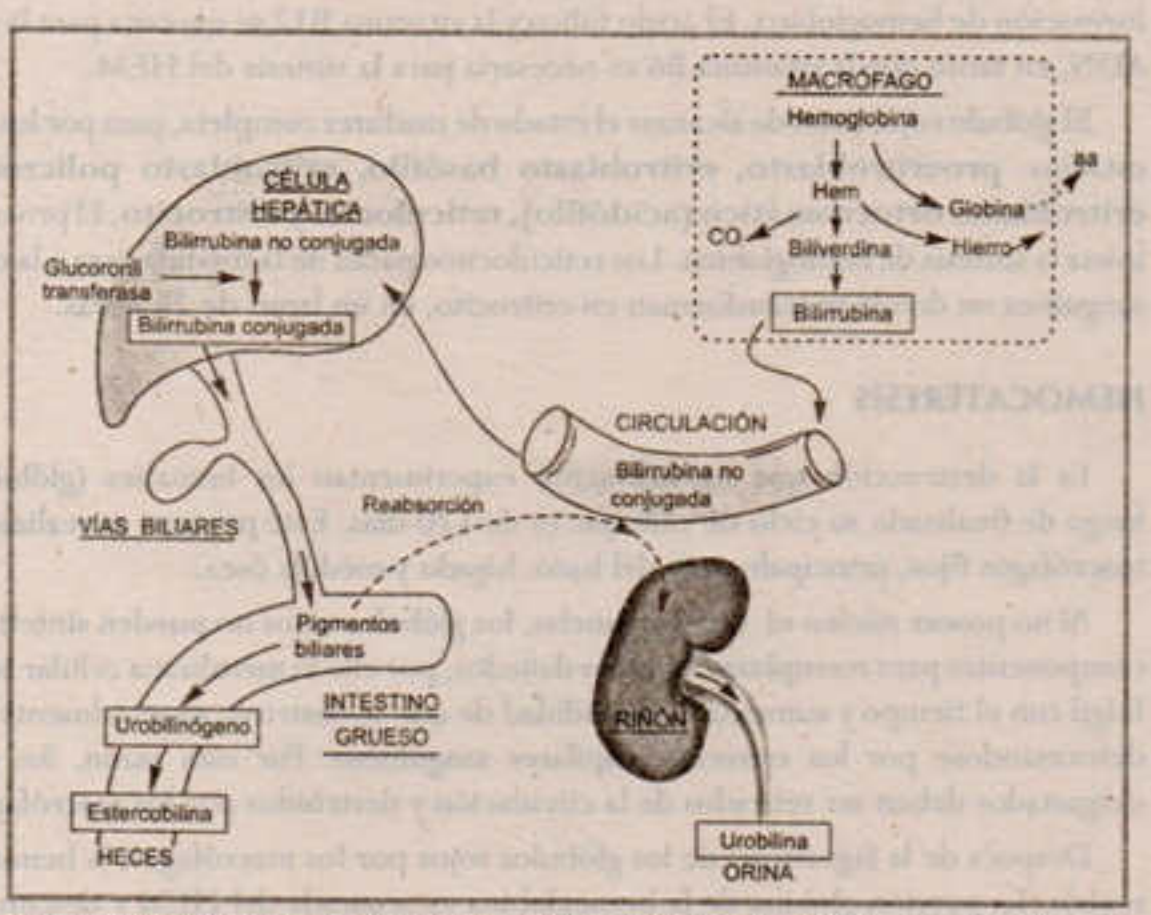
Es la destrucción que normalmente experimentan los hematíes (glóbulos rojos) luego de finalizado su ciclo de vida que es de 120 días. Este proceso es realizado por los macrófagos fijos, principalmente del bazo, hígado y médula ósea.

Al no poseer núcleo ni otras organelas, los glóbulos rojos no pueden sintetizar nuevos componentes para reemplazar aquellos dañados, por ello la membrana celular se hace más frágil con el tiempo y aumenta la posibilidad de que se destruya, especialmente al circular deformándose por los estrechos capilares sanguíneos. Por esta razón, los eritrocitos desgastados deben ser retirados de la circulación y destruidos por los macrófagos.

Después de la fagocitosis de los glóbulos rojos por los macrófagos, la hemoglobina se recicla. La porción globina de la hemoglobina es separada del HEM y descompuesta en aminoácidos que pueden volver a utilizarse para la síntesis de proteínas. La porción HEM se descompone en hierro (que se asocia a proteínas formando ferritina o hemosiderina) y bilirrubina. La ferritina y la hemosiderina son formas de almacenamiento del hierro, localizadas principalmente en las fibras musculares, los hepatocitos y los macrófagos del bazo y el hígado. El hierro es transportado por la transferrina hacia la médula ósea, en donde los precursores eritrocíticos lo captan para su utilización en la producción de nuevas moléculas de hemoglobina. La porción no férrica del HEM se transforma en biliverdina y, posteriormente, en bilirrubina no conjugada, la cual es transportada al hígado por la albúmina. En el hígado, la bilirrubina no conjugada se transforma en bilirrubina conjugada, la cual se excreta en la bilis. Esta es transportada desde el hígado hasta el intestino delgado. Las bacterias presentes en el intestino grueso transforman la bilirrubina en urobilinógeno. Parte del urobilinógeno formado es absorbido de nuevo

[3] "La deficiencia de hierro causa problemas no solamente en la eritropoyesis sino también da lugar a deterioros irreversibles en la habilidad de aprendizaje, anormalidades de conducta, daño a la capacidad laboral y deficiencias en el sistema inmune que resultan generando más riesgos de infecciones y aún la muerte". *Fisiología de la sangre y del sistema inmunológico*. Velásquez García, Jorge. Pág. 42

hacia la sangre, posteriormente es transformado en urobilina y excretado en la orina. La mayor parte del urobilinógeno se elimina en las heces en forma de estercobilina, un pigmento marrón que proporciona color a las heces.



Destrucción fisiológica de los eritrocitos (hemocateresis). Luego que el glóbulo rojo es fagocitado por el macrófago, la globina es descompuesta en aminoácidos que volverán a ser usados en la síntesis de proteínas; en tanto, que la porción Hem se descompone hasta formar bilirrubina no conjugada, la cual se conjuga en el hígado y es excretada por la bilis. En el intestino grueso, se transforma en urobilinógeno, este a su vez en el riñón se convierte en urobilina y en el intestino grueso se transforma en estercobilina.

6 Los glóbulos blancos o leucocitos

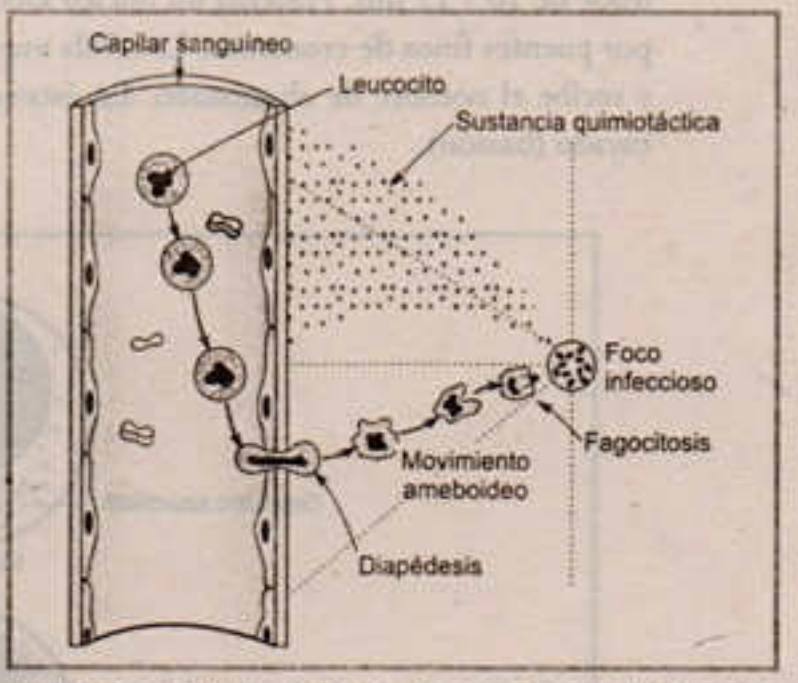
Son células incoloras cuando se les observa aisladas, tienen forma esférica y, a diferencia de los eritrocitos, poseen núcleo. Su diámetro varía de 8 - 20 µm. Los glóbulos blancos son mucho menos numerosos que los eritrocitos, con un promedio de 5000 a 10 000 células por milímetro cúbico (mm^3).

El aumento de estos valores se llama leucocitosis y se puede presentar en las infecciones de tipo local o generalizadas (apendicitis, neumonía, etc). La disminución del número de leucocitos se denomina leucopenia y se presenta en ciertas infecciones bacterianas, como por ejemplo: fiebre tifoidea, fiebre malta.

6.1. FUNCIÓN

La función general que realizan es la **defensa del organismo**, la cual se cumple gracias a las siguientes propiedades:

- **Diapédesis:** Proceso por el cual los leucocitos atraviesan las paredes capilares, variando su forma, para salir a los tejidos.
- **Movimiento ameboideo:** Es el despiazamiento de los leucocitos en los tejidos, mediante la emisión de pseudópodos (semejante a las amebas).



Propiedades de los Glóbulos Blancos. Una vez que los agentes patógenos invaden el organismo, la función general de los leucocitos es combatirlos mediante fagocitosis.

- **Quimiotaxis:** Fenómeno por el cual los leucocitos emigran hacia un foco infeccioso atraídos por sustancias tóxicas (quimiotácticas) producidas por los microorganismos. Entre las sustancias que brindan estímulos para la quimiotaxis se encuentran las toxinas producidas por los microbios y los productos degenerativos del tejido dañado y los productos especializados que reciben el nombre de cininas.
- **Fagocitosis:** Consiste en la ingestión de bacterias o deshechos para digerirlos mediante acción enzimática. La fagocitosis es especialmente intensa para las partículas recubiertas de anticuerpos (opsonizadas). Esta propiedad la poseen principalmente los neutrófilos.
- **Digestión enzimática:** Consiste en la lisis (destrucción) bacteriana o digestión enzimática de la partícula fagocitada.

6.2. CLASIFICACIÓN DE LOS GLÓBULOS BLANCOS

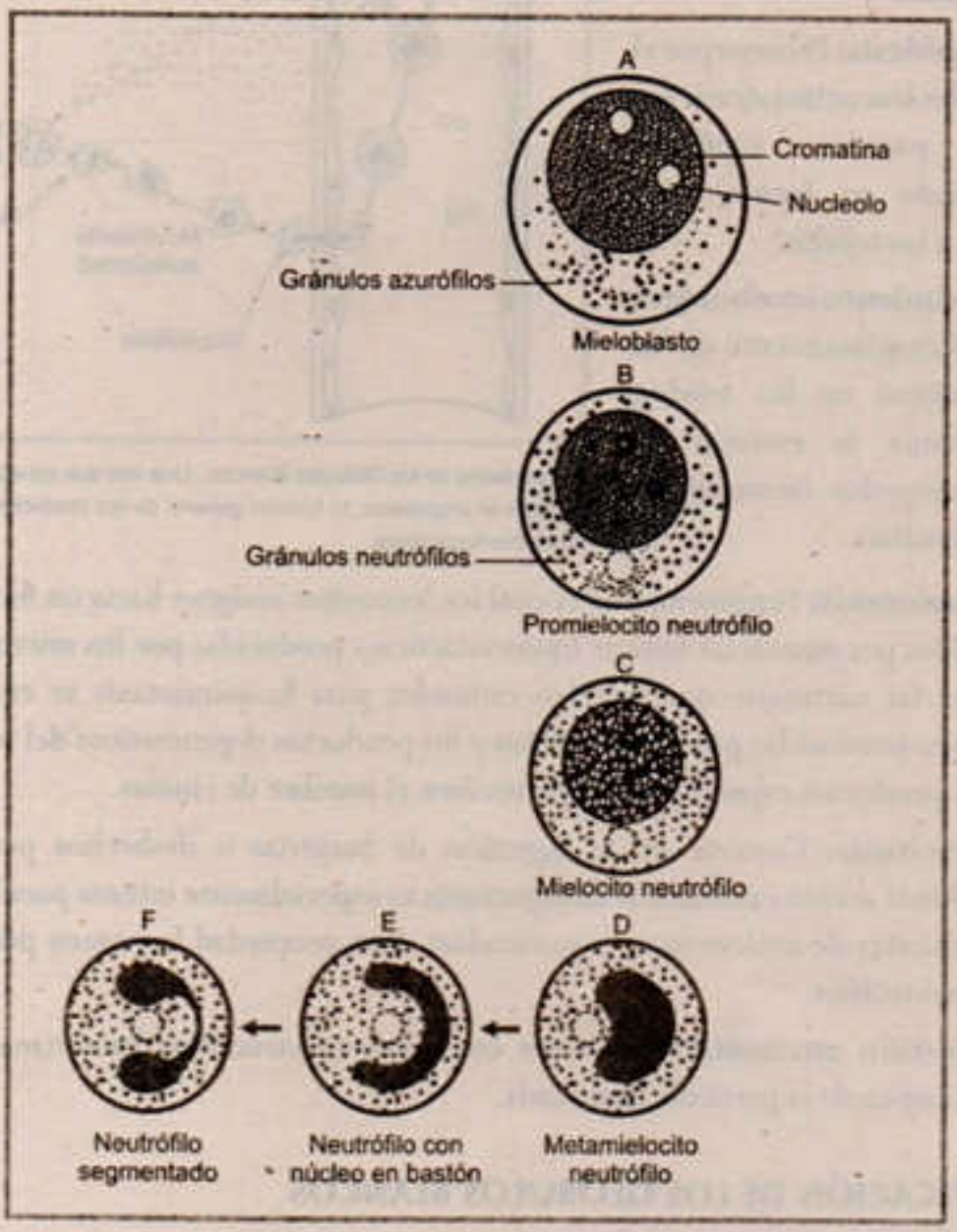
Se clasifican en dos tipos:

6.2.1. Granulocitos

Son aquellos que poseen granulaciones específicas o secundarias en el citoplasma. Se les llama también polimorfonucleares (PMN) por presentar un núcleo segmentado. Son de tres tipos:

A. Neutrófilo

Mide de 10 - 12 µm. Presenta un núcleo lobulado, con 2 - 5 lóbulos unidos entre sí por puentes finos de cromatina. La célula muy joven posee un núcleo no segmentado y recibe el nombre de abastonado. En éstas células, el núcleo tiene la forma de un cayado (bastón).



Los esquemas A, B, C, D, E y F representan diferentes fases de la maduración de los neutrófilos. Obsérvense las modificaciones en la forma y la estructura de los núcleos.

En los núcleos de los neutrófilos de las personas del sexo femenino aparece, con frecuencia, un pequeño apéndice, mucho menor que un lóbulo nuclear, el cual contiene a la **cromatina sexual**, la cual está constituida normalmente por un cromosoma X heterocromático. El citoplasma presenta granulaciones pequeñas que se tiñen de

color rosado pálido. Las granulaciones citoplasmáticas de los neutrófilos pueden ser de tres tipos: los gránulos primarios o azurófilos, son realmente lisosomas, en cuyo interior se encuentran enzimas como la mieloperoxidasa, que cataliza la destrucción de las bacterias por los productos de reacción del H_2O_2 e iones haluro. También se encuentran lisozimas, fosfatasa ácida, elastasa, catepsina. etc. Los gránulos secundarios o específicos, contienen fosfatasa alcalina, lactoferrina (acción bacteriostática), lisozima, aminopeptidasas, etc. Los gránulos terciarios contienen gelatinasa.

Los neutrófilos permanecen poco tiempo en la sangre (4 - 8 horas), luego se dirigen a los tejidos, en donde fagocitan principalmente bacterias; constituyendo, de esta manera, la primera línea de defensa celular contra la invasión de microorganismos.

B. Eosinófilo (acidófilo)

Mide de 10 - 15 µm. El núcleo es bilobulado (en forma de audífono). El citoplasma presenta gránulos voluminosos de color naranja. La mayor parte de los eosinófilos se encuentran en la piel y submucosa de los tractos respiratorios, gastrointestinal y génito-urinario.

Sus granulaciones secundarias o específicas contienen a la **proteína básica principal** (MBP), la cual es tóxica para los helmintos; así mismo, presenta la **proteína catiónica principal** (o eosinofílica), la cual es una potente toxina para los parásitos.

Los eosinófilos salen de los capilares y entran en el líquido tisular. Se piensa que liberan enzimas, como la histaminasa, que combaten los efectos de la histamina y otros mediadores de la inflamación en las reacciones alérgicas. Los eosinófilos también fagocitan complejos antígenos - anticuerpos y son eficaces frente a ciertos gusanos parásitos. Un recuento elevado de eosinófilos (eosinofilia) indica, a menudo, un trastorno alérgico o una infección parasitaria.

C. Basófilo

Son los leucocitos menos numerosos. Miden de 10 - 12 µm. Presentan un núcleo segmentado, el cual casi siempre tiene forma irregular. El citoplasma posee grandes gránulos teñidos de azul oscuro que cubren al núcleo, los cuales contienen heparina, histamina y sustancia de reacción lenta (SRS) de la anafilaxia[3], hoy denominada leucotrieno C. La histamina es el principal componente de los gránulos de los basófilos e interviene en la contracción de la musculatura lisa bronquial y gastrointestinal, así como también, en el aumento de la permeabilidad vascular. Los leucotrienos tienen efectos similares, pero estas acciones son más lentas y más persistentes que las asociadas a la histamina.

---

[3] "En ciertas personas alérgicas, la segunda exposición al mismo alérgeno puede dar como lugar una reacción generalizada intensa. Se desgranulan gran número de basófilos y mastocitos, lo que da como resultado vasoconstricción generalizada y reducción del volumen sanguíneo. Por tanto, la víctima cae en choque circulatorio. Por añadidura entran en constricción los músculos lisos del árbol bronquial, con lo que sobreviene insuficiencia respiratoria. El efecto combinado es un trastorno que pone en peligro la vida y que se conoce como choque anafiláctico". *Histología texto y atlas*. Gartner, Leslie. Pág. 204

6.2.2. Agranulocitos

Son aquellos que carecen de granulaciones específicas en el citoplasma. Son de dos tipos:

A. Monocitos

Son los leucocitos de mayor tamaño en un frotis de sangre. Miden de 12 - 20 µm. Presentan un núcleo arriñonado. Cuando salen de la sangre alcanzan su madurez y capacidad fagocítica, llamándose macrófago. Los monocitos solo permanecen en la sangre durante unos tres días.

Durante la inflamación, los monocitos abandonan el vaso sanguíneo en el sitio afectado, y se transforman en macrófagos (histiocitos) y participan en la fagocitosis de bacterias, otras células y detritos tisulares. El monocito-macrófago también desempeña un papel importante en las respuestas inmunológicas, al concentrar el antígeno y presentarlo a los linfocitos, en este último caso se comportan como células presentadoras de antígenos.

B. Linfocitos

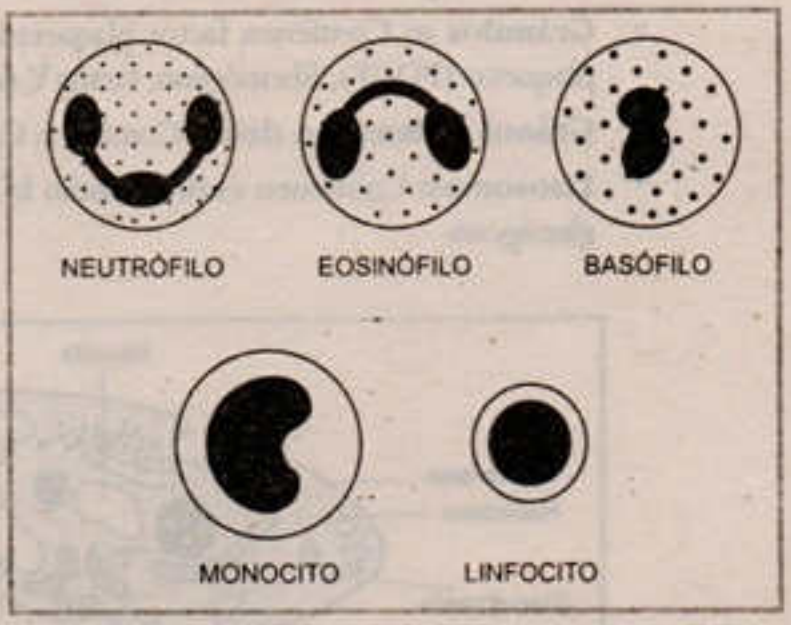
Son leucocitos que se encuentran relacionados con el sistema inmunitario[4], según su tamaño se dividen en tres tipos: pequeños, medianos y grandes, con diámetros que varían entre 6 y 18 µm. En el torrente sanguíneo, la mayoría de los linfocitos son pequeños o medianos (6 - 12 µm). En el extendido sanguíneo, el linfocito pequeño presenta un núcleo esférico, con una leve escotadura, que se tiñe intensamente. El citoplasma aparece como un fino reborde de color azul pálido que rodea al núcleo. Los linfocitos, desde el punto de vista funcional, se dividen en tres tipos:

- **Linfocito B:** Se origina en la médula ósea roja (MOR) y también allí adquiere su maduración. Al contacto con un antígeno (sustancia extraña al organismo) se transforma en célula plasmática, la cual produce anticuerpos, interviniendo de este modo en la inmunidad humoral. Representan el 10 - 15% del total de linfocitos.
- **Linfocito T:** Se origina en la MOR y madura en el timo. En contacto con el antígeno, puede adoptar tres formas: colaborador-(T_4), supresor (T_8) y citotóxico. Estos linfocitos intervienen en la inmunidad celular, es decir, no dependen de los anticuerpos circulantes. Representan el 80 - 90% del total de linfocitos. En la infección por el HIV (Virus de Inmunodeficiencia Humana), se produce disminución en el número de linfocitos T_4, esto trae consigo la pérdida de la función inmunitaria, quedando el organismo expuesto a infecciones por bacterias normalmente no patógenas o por cáncer.

[4] "La inmunidad adquirida es producto del sistema linfocitario del organismo. Las personas que tienen una falta genética de linfocitos o cuyos linfocitos han sido destruidos por radiación de sustancias químicas, no pueden desarrollar inmunidad adquirida, y días después del nacimiento, estas personas mueren de infecciones bacterianas fulminantes a no ser que se trate con medidas heroicas. Por tanto, está claro que los linfocitos son esenciales para la supervivencia del ser humano". *Tratado de fisiología médica*. Guyton, Arthur. Pág. 488

- **Linfocito NK (Natural Killer):** Son las células asesinas naturales. Actúan contra las células tumorales y, por tanto, evitan la producción de tumores. Pruebas recientes indican que son una primera línea de defensa contra las infecciones virales al evitar que la enfermedad se difunda mientras que se activan las respuestas más específicas de los linfocitos T y B. Representan el 5 - 10% del total de linfocitos.

Los leucocitos se originan en la médula ósea roja (MOR), a partir de células precursoras. Su tiempo de vida es variable. Los granulocitos viven horas hasta días, mientras que los agranulocitos meses a años, siendo el linfocito el que posee más tiempo de vida.



Los leucocitos se clasifican en granulocitos (parte superior) y agranulocitos (parte inferior) según la presencia o ausencia de gránulos en su citoplasma.

Fórmula leucocitaria

Es el porcentaje de cada tipo de leucocito al contar 100 glóbulos blancos como mínimo.

Neutrófilos	50 - 70%
Eosinófilos	1 - 4%
Basófilos	0 - 1%
Monocitos	4 - 8%
Linfocitos	25 - 35%

7 LAS PLAQUETAS O TROMBOCITOS

Se originan en la médula ósea roja (MOR) debido a la fragmentación del citoplasma de una célula gigante llamada megacariocito. Cada megacariocito origina aproximadamente 3000 plaquetas.

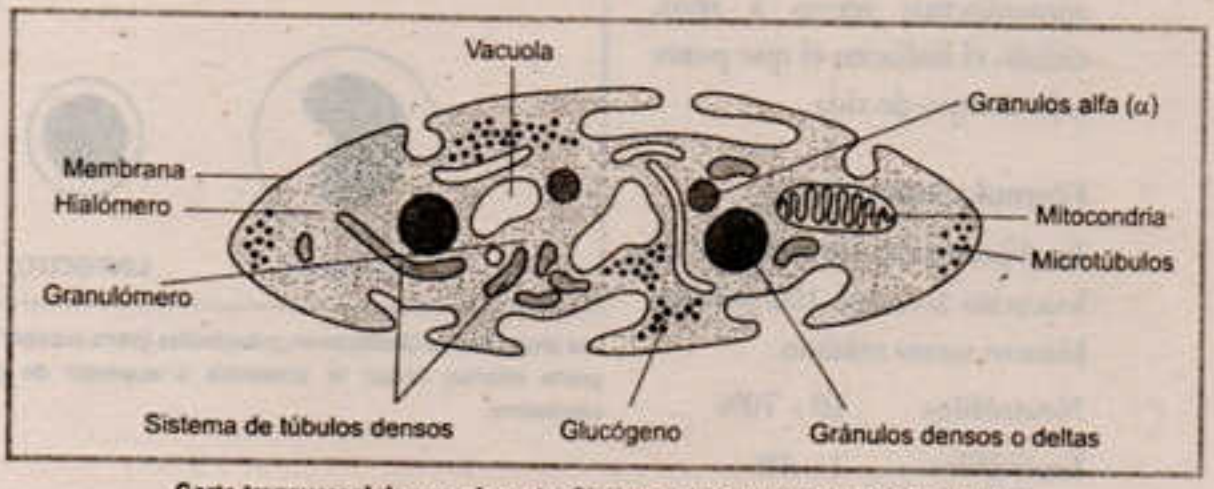
Las plaquetas tienen forma discoidal y miden 2 - 3 µm de diámetro. Viven de 8 - 12 días y luego son destruidas, principalmente en el bazo y en el hígado, por fagocitosis realizada por los macrófagos.

Existen 200 000 - 400 000 plaquetas por mm^3. Un aumento de estos valores se denomina trombocitosis y una disminución, trombocitopenia. Aproximadamente, las dos terceras partes del total de plaquetas están circulando en la sangre periférica y el otro tercio restante se ubica en el bazo, constituyendo la reserva orgánica de plaquetas.

7.1. ESTRUCTURA

Presenta una membrana y por debajo de ella se encuentra un anillo de microtúbulos, los cuales son responsables de la forma de la plaqueta en reposo. En el citoplasma, se aprecian dos regiones: una periférica hialina e incolora, llamada hialómero y otra central densa llamada granulómero, donde encontramos:

- **Gránulos α:** Contienen factor plaquetario 4, factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF), fibrinógeno, factor V, factor VIII/Von Willebrand y otras proteínas.
- **Gránulos densos o delta:** Contienen Ca^{++}, serotonina, ADP, ATP
- **Lisosomas:** Contienen enzimas como la fosfatasa ácida, mitocondrias y gránulos de glucógeno.



Corte transversal de una plaqueta. Obsérvese la parte central llena de gránulos

7.2. PROPIEDADES

- **Adhesibilidad:** Las plaquetas se adhieren a la superficie de un vaso sanguíneo lesionado.
- **Agregabilidad:** Las plaquetas se aglomeran (aglutinan) con el fin de ocluir el vaso lesionado. Se produce gracias a la acción del ADP (adenosindifosfato) y tiene por objetivo la formación del tapón plaquetario.

7.3. FUNCIONES

- A través de la serotonina, provoca la contracción de la musculatura lisa de los vasos sanguíneos, deteniendo o disminuyendo la salida de sangre en la zona lesionada.
- Protección de los endotelios vasculares. Por ejemplo, las trombocitopenias causan fragilidad capilar.
- Forma el tapón plaquetario o "trombo blanco" que reduce el sangrado.
- A través de su factor 4 plaquetario, inhibe a la heparina.
- Por medio de la trombostenina (proteína contráctil), provoca la retracción del coágulo o trombo.

HEMOSTASIA

Serie de eventos que detiene una hemorragia, cuando es dañado o seccionado un vaso sanguíneo. Al ocurrir esto, la respuesta hemostática debe ser rápida y localizada, con el fin de impedir o minimizar la pérdida de sangre, ya que una hemorragia profusa podría ser mortal. La hemostasia posee cuatro fases:

Proceso de coagulación en el vaso sanguíneo lesionado. Se observa la serie de acontecimientos que ocurren cuando un vaso sanguíneo es dañado.

1 FASE VASCULAR

Es inmediata, se produce de uno a tres segundos después que se produce la lesión del vaso sanguíneo. Consiste en una vasoconstricción, la cual disminuye la luz del vaso dañado y contribuye a disminuir la hemorragia. Ocurre por acción de la serotonina y tromboxano A_2, la cual es liberada por las plaquetas.

La vasocōnstricción también es causada por la lesión del músculo liso y por reflejos iniciados por los receptores del dolor.

2 FASE PLAQUETARIA

Este proceso demora de tres a diez segundos. En ella se forma el tapón plaquetario, el cual es un tapón hemostático temporal y débil. Presenta tres etapas:

- **Adherencia plaquetaria:** Las plaquetas se adhieren a la zona del vaso sanguíneo lesionado. Como resultado de la adhesión, las plaquetas se activan.
- **Activación plaquetaria:** Las plaquetas liberan el contenido de sus gránulos.
- **Agregación plaquetaria:** La liberación del ADP aumenta la viscocidad de las plaquetas presentes en la zona, y esta viscosidad de las plaquetas recién reclutadas y activadas causa su adhesión a las plaquetas inicialmente activadas. Esta acumulación de plaquetas se conoce como agregación plaquetaria y es necesaria para la formación del tapón plaquetario.

3 Fase de coagulación

Dura entre uno a tres minutos y se va a formar el coágulo definitivo. Este proceso ocurre por la conversión del fibrinógeno (proteína plasmática soluble) en fibrina (proteína insoluble). Esta fibrina va a formar una malla proteica, dentro de la cual quedan aprisionadas las plaquetas y hematíes, reforzando así al tapón plaquetario formado en la fase anterior.

En esta fase ocurre una serie de reacciones enzimáticas en cascada, en la cual intervienen los diferentes factores de la coagulación.

Factores de la coagulación: Son elementos proteicos (proenzimas y procofactores), los que junto al ión calcio se encuentran en el plasma en estado inactivo.

FACTOR	NOMBRE
I.	Fibrinógeno
II.	Protrombina
III.	Factor tisular (tromboplastina tisular)
IV.	Calcio
V.	Proacelerina
VI.-	No existe
VII	Proconvertina
VIII.	Factor antihemofílico A
IX.	Factor antihemofílico B o factor de Christmas
X.	Factor de Stuart - Power
XI.	Factor antihemofílico C o antecedente tromboplastínico del plasma
XII.	Factor de contacto o factor de Hageman
XIII	Factor estabilizador de la fibrina o fibrinasa

En los últimos años se han descubierto otros factores de la coagulación, tales como la precalicreína y el quininógeno de alto peso molecular

Los factores de la coagulación son sintetizados en el hígado, con excepción del factor III y factor IV. Los factores II, VII, IX y X necesitan para su síntesis la presencia de la vitamina K, por ello se les denomina los factores vitamina K dependientes.

La coagulación ocurre en tres fases:

- **Primera fase.** Formación de una sustancia denominada activador de la protrombina. Hay dos vías por las que puede formarse el activador de la protrombina: la vía intrínseca, que se inicia cuando la sangre entra en contacto con el colágeno y la vía extrínseca, que se inicia con la lesión tisular.
- **Segunda Fase.** Conversión de la protrombina en trombina por el activador de la protrombina. El activador de la protrombina está constituido por el factor Xa, el factor V y fosfolípidos plaquetarios.
- **Tercera Fase.** Conversión del fibrinógeno en fibrina por la trombina.

3.1. PRIMERA FASE

3.1.1. Vía extrínseca

Esta vía se inicia cuando el tejido lesionado libera, a la circulación, una proteína tisular denominada factor tisular o factor III de la coagulación. Este factor III activa al factor VII de la coagulación, el cual posteriormente se combina con el factor X, activándolo. Una vez activado el factor X se combina con el factor V en presencia de iones de calcio (Ca^{++}) para formar la enzima protrombinasa o factor activador de protrombina.

3.1.2. Vía intrínseca

La vía intrínseca de la coagulación es más compleja que la vía extrínseca y se desarrolla de forma más lenta. Si las células endoteliales (células que revisten los vasos sanguíneos) se lesionan, la sangre entra en contacto con el colágeno. El contacto con el colágeno, activa al factor XII de la coagulación. A su vez, el factor XII activa al factor XI, que activa al factor IX. El factor VII activado (procedente de la vía extrínseca) también puede activar al factor IX. El factor IX activado se une al factor VIII y a los fosfolípidos plaquetarios para activar el factor X. Una vez activado el factor X se combina con el factor V para formar el factor activador de protrombina, tal como ocurre en la vía extrínseca. El Ca^{++} actúa como cofactor en varias de estas reacciones.

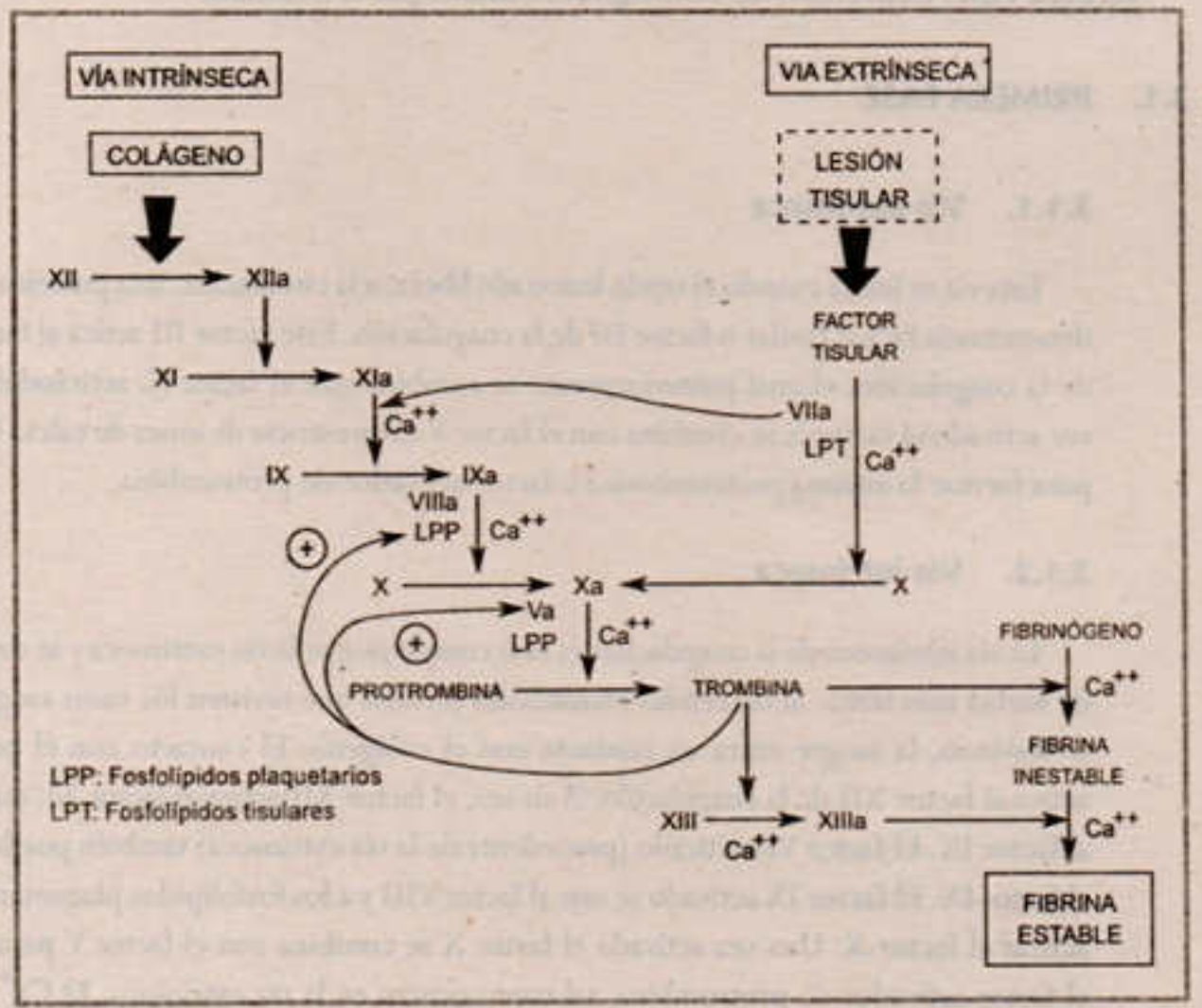
3.2. SEGUNDA Y TERCERA FASE

Vía Común

Los pasos de la coagulación, después de la formación del factor X, son los mismos en ambas vías. El factor activador de protrombina y el Ca^{++} catalizan la conversión de protrombina en trombina (segunda fase).

En la tercera fase, la trombina, en presencia de Ca^{++}, convierte el fibrinógeno en hilos de fibrina sueltos. La trombina también activa al factor XIII, que refuerza y estabiliza los hilos de fibrina en un coágulo resistente.

La trombina tiene dos efectos de retroalimentación positiva. En uno de ellos, a través del factor V, acelera la formación del factor activador de protrombina. El factor activador de protrombina, a su vez, acelera la producción de más trombina y así sucesivamente. La trombina también activa las plaquetas, lo cual refuerza su agregación y la liberación de fosfolípidos. Este es un segundo ciclo de retroalimentación positiva.



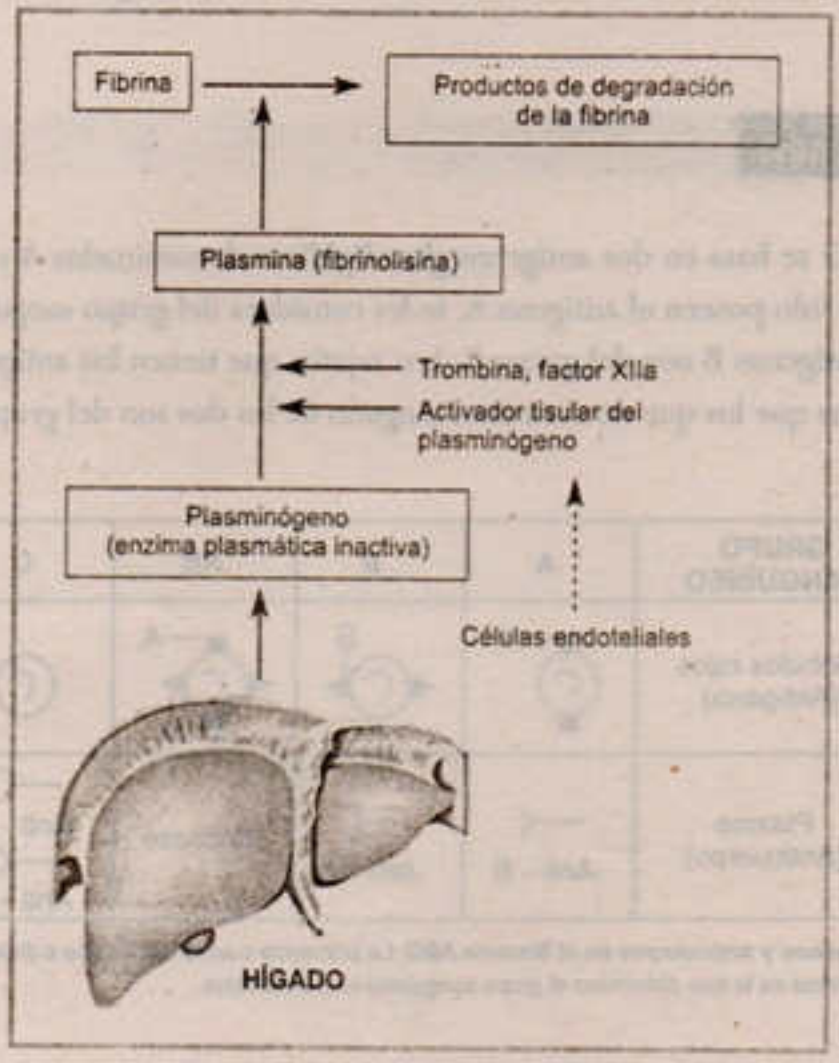
La coagulación sanguínea, es un proceso complejo en el que los factores de la coagulación, entre sí se activan a través de una cascada que lleva a la formación de fibrina estable que al atrapar plaquetas y eritrocitos formará el coágulo.

4 Fase de fibrinolisis

Proceso por el cual el coágulo se desintegra, evitando su permanencia por más tiempo del necesario, con lo cual se impide la formación de trombos.

Cuando se forma un coágulo se incorpora al mismo una enzima plasmática inactiva, el plasminógeno. Tanto los tejidos corporales como la sangre contienen sustancias que pueden activar el plasminógeno en plasmina (fibrinolisina), una enzima plasmática activa. Entre estas sustancias se encuentran la trombina, el factor XII activado y el activador tisular del plasminógeno, sintetizado en las células endoteliales de la mayoría de los tejidos y liberado en la sangre.

Una vez formada la plasmina, puede disolver el coágulo mediante la digestión de los hilos de fibrina y la inactivación de sustancias tales como el fibrinógeno, la protrombina y los factores V, VII y XII.



Fase de fibrinolisis

GRUPOS SANGUÍNEOS

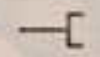
La membrana de los glóbulos rojos contienen antígenos o aglutinogenos los cuales son determinados genéticamente. Estos antígenos permiten clasificar a los individuos en grupos sanguíneos.

En el plasma encontramos moléculas llamadas anticuerpos o aglutininas que no reaccionan con el tipo de antígeno que posee el glóbulo rojo del propio individuo.

Hasta ahora se han identificado más de 20 sistemas de grupos sanguíneos diferentes. Los dos sistemas que tienen mayor importancia clínica son el **sistema ABO** y el **sistema Rhesus**, ya que permiten realizar la transfusión sanguínea de un individuo a otro. También existen otros sistemas de grupos sanguíneos, como el sistema Lewis, Kell, Kidd, Duffy, Diego, Lutheran, etc.

1 Sistema ABO

El sistema ABO se basa en dos antígenos glucolipídicos denominados A y B. A las personas cuyos eritrocitos solo poseen el antígeno A, se les considera del grupo sanguíneo A. A aquellas que solo tienen antígenos B son del grupo B. Los sujetos que tienen los antígenos A y B son del grupo AB, mientras que los que no sintetizan ninguno de los dos son del grupo O.

GRUPO SANGUÍNEO	A	B	AB	O
Glóbulos rojos (Antígeno)				
Plasma (Anticuerpo)	Anti – B	 Anti – A	No posee	Anti – A Anti – B

Antígenos y anticuerpos en el Sistema ABO. La presencia o ausencia de uno o de ambos antígenos es lo que determina el grupo sanguíneo en un individuo.

Todas las personas heredan dos genes, uno de cada padre, que son responsables de la producción de estos antígenos. Las seis combinaciones posibles son: OO, AO, AA, BO, BB y AB. Los grupos A y B se heredan como rasgos dominantes; el grupo O se hereda como rasgo recesivo.

Las seis combinaciones genéticas determinan el grupo sanguíneo de la siguiente forma:

- La combinación OO produce sangre del grupo O.
- La combinación AO y AA producen sangre del grupo A.
- La combinación BO y BB producen sangre del grupo B.
- La combinación AB produce sangre del grupo AB.

El plasma de la mayoría de las personas contiene anticuerpos producidos de forma natural, denominados también aglutininas. Existen dos tipos de anticuerpos: anti-A, que reacciona con el antígeno A, y el anticuerpo anti-B, que reacciona con el antígeno B. Una persona no posee anticuerpos que reaccionen con los antígenos de sus propios eritrocitos, sino que es más probable que posea un anticuerpo para algún antígeno no presente en sus eritrocitos.

En una transfusión de sangre incompatible, los anticuerpos presentes en el plasma del receptor se unen a los antígenos de los glóbulos rojos donados, provocando una reacción hemolítica conocida como **hemólisis**.

Un ejemplo de transfusión sanguínea incompatible sería si un sujeto con sangre del grupo A recibe una transfusión de sangre del grupo B. La sangre del receptor (grupo A) contiene antígenos A en los eritrocitos y anticuerpos anti-B en el plasma. La sangre del donante (grupo B) contiene antígenos B y anticuerpos anti-A. En este caso, puede ocurrir dos cosas: en primer lugar, los anticuerpos anti-B del plasma del receptor pueden unirse a los antígenos B de los eritrocitos del donante, causando hemólisis y posiblemente aglutinación de los eritrocitos; en segundo lugar, los anticuerpos anti-A del plasma del donante pueden unirse a los antígenos A de los eritrocitos del receptor. Sin embargo, la segunda reacción no suele ser tan grave. Por tanto, una persona con sangre del grupo A no puede recibir sangre de los grupos B o AB. Pero una persona con sangre del grupo A puede recibir sangre de los grupos A u O.

GRUPO SANGUÍNEO	A	B	AB	O
Genotipo (Composición genética)	AO o AA	BO o BB	AB	OO
Puede donar a:	A, AB	B, AB	AB	A, B, AB, O
Puede recibir de:	A, O	B, O	A, B, AB, O	O

El Sistema ABO y las transfusiones sanguíneas. El grupo sanguíneo "O" puede donar a cualquier grupo por eso es llamado donador universal; el grupo "AB" puede recibir sangre de cualquier grupo (receptor universal)

Las personas con sangre del grupo AB no tienen anticuerpos anti-A ni anti-B en su plasma. Se les conoce como **receptores universales**, ya que teóricamente pueden recibir sangre de donantes de los cuatro grupos sanguíneos. Las personas con sangre del grupo O no tienen antígenos A ni B en sus glóbulos rojos y reciben el nombre de **donantes universales**, debido a que teóricamente pueden donar sangre a receptores de los cuatro grupos sanguíneos. En la

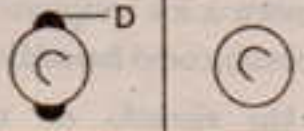
práctica, existen otros antígenos y anticuerpos en la sangre, además de los relacionados al sistema ABO, que pueden causar problemas transfusionales[5].

2 Sistema rhesus (Rh)

El sistema Rh recibe este nombre debido a que se estudió por primera vez en la sangre del mono Macacus Rhesus. Al igual que los grupos ABO, el sistema Rh se basa en antígenos (aglutinógenos) de superficie de los eritrocitos. Este sistema está constituido por varios antígenos, de los cuales el más importante es el antígeno o aglutinógeno D.

Una persona será " Rh positiva" si en la membrana de sus glóbulos rojos posee el antígeno D y si no lo presenta será "Rh negativa".

Normalmente, el plasma no contiene anticuerpos anti - Rh. Sin embargo, si una persona Rh negativa recibe sangre Rh positiva, su organismo comienza a sintetizar anticuerpos anti - Rh que permanecerán en la sangre. Si posteriormente se realiza una segunda transfusión de sangre Rh positiva, los anticuerpos anti - Rh sintetizadas previamente causarán la hemólisis de la sangre donada, pudiendo tener lugar una insuficiencia renal, que lo podría llevar a la muerte al receptor.

GRUPO SANGUÍNEO	Rh^+	Rh^-
Glóbulos rojos (Antígeno)		
Plasma (Anticuerpo)	No posee	No posee (•) — Anti-D

(*) Una persona Rh negativa formará anti-D en caso de transfusión de sangre Rh^+. En ese sentido se hablará de un grupo sanguíneo sensibilizado.(*) Una persona Rh negativa formará anti-D en caso de transfusión de sangre Rh^+. En ese sentido se hablará de un grupo sanguíneo sensibilizado.

Eritroblastosis fetal (anemia hemolítica del recién nacido)

Es una incompatibilidad sanguínea que ocurre entre la sangre materna y la fetal. Ocurre cuando la madre "Rh negativa" lleva un feto "Rh positivo". Cantidades pequeñas de sangre fetal se filtran a la circulación materna en el momento del parto y la madre formará anticuerpos anti - Rh después del parto. Durante el embarazo siguiente, los anticuerpos de la madre, desarrolladas contra el antígeno Rh, cruzan la placenta y llegan al feto, causando la destrucción de los glóbulos rojos de este y, por tanto, una anemia que lo podría llevar a la muerte.

Actualmente, la eritroblastosis fetal se previene administrando a todas las madres Rh negativas una inyección de un preparado gammaglobulínico anti - Rh, justo después del parto o de un aborto espontáneo o provocado.

[5] "Un procedimiento que se ha vuelto popular recientemente consiste en extraer la propia sangre del paciente por adelantado, antes de la cirugía electiva, y luego infundirla de nuevo (transfusión autóloga) si se necesita alguna transfusión durante la cirugía. . La popularidad de preparar un banco de la propia sangre se debe principalmente al temor de transmisión de SIDA por transfusiones heterologas, y por supuesto otra ventaja es la eliminación del riesgo de reacciones a la transfusión". *Fisiología médica*. Ganong. William. Pág. 600

Anemia por deficiencia de hierro

La deficiencia de hierro es el trastorno nutricional de mayor prevalencia en el mundo, afectando más de un billón de personas. Hoy en día esta deficiencia nutricional afecta a un grupo muy importante de la población tanto de los países en desarrollo como los países desarrollados.

El hierro es un micronutriente esencial para los seres vivos. Desempeña la función de transporte y almacenamiento del oxígeno a los diferentes tejidos y órganos, también desempeña un rol muy importante en los procesos de respiración celular y producción de energía por la célula.

La cantidad total promedio de hierro corporal en un varón adulto sano es aproximadamente 3,5 gr y 2,3 gr en la mujer. Los diferentes componentes del hierro corporal se encuentran agrupados en 2 categorías:

1. Hierro esencial.

   Se le denomina así porque cumple funciones fisiológicas definidas tales como, el almacenamiento y transporte del oxígeno a los diferentes tejidos, también permite la producción de energía a nivel celular. En este grupo tenemos a la hemoglobina, mioglobina y las enzimas celulares que se encuentran en la mitocondria y que permiten la respiración celular.

2. Hierro de reserva

   Permite asegurar un adecuado equilibrio de hierro en el organismo. En caso de déficit proporciona este nutriente para la producción de los componentes esenciales de hierro. En este grupo tenemos a la ferritina y hemosiderina; se encuentran en el hígado, médula ósea, bazo, ganglios linfáticos y sangre.

Absorción y metabolismo del hierro

La absorción del hierro de los alimentos puede variar desde <1% a >50%, esto depende del tipo de alimentación y de los mecanismos regulatorios en la mucosa intestinal, que dependen a su vez de las necesidades fisiológicas corporales de hierro.

El hierro de los alimentos está agrupado en 2 tipos:

1. HIERRO-HEMINICO

   Se encuentra en las carnes rojas, pollo, pescado, vísceras, sangre. Se caracteriza por tener una alta absorción, entre un 20 – 30% del hierro contenido en estos alimentos. Sin embargo, debemos mencionar que en una dieta promedio en los países industrializados, la ingesta de hierro – hem corresponde a menos del 10 % del hierro de la dieta. En países en desarrollo, como el nuestro, esta cantidad es mucho menor.

2. HIERRO - NO - HEMINICO

Se encuentra en cereales, leguminosas, tubérculos y vegetales. Su absorción está determinada por la presencia de factores promotores o inhibidores de la absorción, como fitatos, taninos, etc.

Principales determinantes de la absorción del hierro.

A. Factores dietéticos

- Favorecen la absorción del hierro no–heminico de la dieta:
  - El contenido de ácido ascórbico.
  - El consumo de carnes rojas, pollo, pescado, mariscos.
  - El pH bajo de ciertos alimentos, por ejemplo cereales fermentados.

Factores que inhiben la absorción del hierro no-heminico.

- Los fitatos, como los contenidos en los cereales, nueces, y en otros vegetales.
- Los taninos y polifenoles contenidos en té, soya, café y ciertos vegetales.

B. Factores no-Dietéticos

El estado de hierro del individuo influye en su absorción, aunque no se ha precisado el mecanismo exacto, se ha demostrado que los individuos hierro deficientes absorben mejor el hierro que los individuos no deficientes.

- Infecciones y malabsorciones. En ciertas enfermedades como diarreas.

Requerimientos de hierro

Los requerimientos de este mineral varían con la edad, sexo y estado fisiológico de la persona. Los grupos que presentan los mayores requerimientos son lactantes, pre-escolares y gestantes, aunque pueden existir marcadas variaciones intra-individuales.

Estos requerimientos se han dado considerando que la absorción del hierro de los alimentos es el promedio 10% del hierro ingerido. En los varones adultos es más probable poder alcanzar los requerimientos, sin embargo, en niños menores de 3 años y en gestantes, por la mayor demanda en la formación de hemoglobina es difícil alcanzar estos requerimientos con la dieta, por lo que se necesita dar hierro adicional ya sea administrando suplementos de hierro (medicinal) o enriqueciendo los alimentos con este nutriente. También es importante recomendar el mayor consumo de fuentes de hierro, en niños pre-escolares y gestantes.

Fuente: *Nutrición infantil*. Instituto de Investigación Nutricional. Pág. 109-119

Lectura 2

Transfusión de sangre

¿Qué es? Una transfusión de sangre es cuando a usted le aplican sangre por vía intravenosa (IV). La sangre está compuesta de diferentes partes como son, los glóbulos rojos, los glóbulos blancos, las plaquetas y el plasma. Los glóbulos rojos llevan el oxígeno a las células del cuerpo y eliminan los desechos como el dióxido de carbono. Los glóbulos blancos combaten las infecciones en el cuerpo. Las plaquetas, el plasma y las otras proteínas ayudan en la coagulación de la sangre cuando usted se corta o lesiona.

¿Por qué necesito una transfusión? Usted puede necesitar una transfusión de sangre si padece de anemia. Esto es, cuando usted no tiene suficientes glóbulos rojos para que transporten el oxígeno. Puede también necesitar una transfusión de sangre, cuando usted pierde una cantidad excesiva de sangre durante una cirugía. Una transfusión de glóbulos blancos sirve para combatir las infecciones cuando el recuento de estos glóbulos es bajo. Los médicos pueden ordenarle una transfusión de plaquetas y de factores de coagulación, si usted sangra demasiado o fácilmente.

¿De donde proviene la sangre para la donación? Existen 3 tipos de donación de sangre.

- **Homóloga:** Esta es la manera más común de donar sangre. Cualquier persona saludable puede hacerlo. Esta sangre puede ser utilizada cuando alguien con el mismo tipo de sangre necesita una transfusión.
- **Autóloga:** Una donación autóloga de sangre es cuando usted dona su propia sangre, y esta, es luego utilizada en usted mismo. Con este tipo de transfusión, no se corre el riesgo de contraer ninguna enfermedad ni de presentar reacción alguna hacia esta sangre.
- Usted puede donar su propia sangre hasta 3 días antes de someterse a una cirugía o algún otro procedimiento. Los médicos pueden devolverle su propia sangre durante la cirugía o procedimiento si usted la necesita. El cuerpo reemplaza la sangre donada en 3 días aproximadamente.
- Los médicos, también pueden recolectar su sangre mediante una máquina de succionar, como es, la recolectora de células. Esto puede hacerse, algunas veces, durante una cirugía o después de un accidente. Su sangre es purificada y los glóbulos rojos son devueltos a usted, mediante una transfusión.
- Directa: Un miembro de su familia, o una persona amiga, con su mismo tipo de sangre, puede donarle sangre a usted. Esto es llamado donación directa de sangre ya que esta sangre es guardada en caso que usted la necesite.

Cuidados:

- La sangre es guardada en un refrigerador especial después que ha sido donada y conservada allí hasta que la necesiten. El refrigerador evita que la sangre se dañe. La sangre debe ser pasada por un aparato para tibiarla antes de hacer la transfusión y así evitar que se presente la hipotermia. La hipotermia es cuando su temperatura baja demasiado. Cuando la sangre de la transfusión está muy fría puede causar arritmias cardíacas. Una arritmia es cuando su corazón no palpita normalmente.
- La intravenosa (IV) es una aguja unida a una cánula, que se introducirá, en una vena de su brazo, pierna o cuello. Esta cánula es usada para introducir la sangre en su cuerpo. También sirve para administrar medicinas y otros líquidos. Esta cánula (IV) está conectada a otros tubos y líquidos. La sangre pasa a través de un filtro conectado a la intravenosa, a medida que se la aplican. Este filtro sirve para retirar de la sangre restos de plaquetas y glóbulos blancos.

- Sus signos vitales serán medidos antes, durante y después de la transfusión. Medir sus signos vitales significa tomar su temperatura, presión arterial, pulso (contar los latidos del corazón) y respiraciones (contar las veces que usted respira). Para tomar su presión arterial, se coloca un brazalete alrededor de su brazo y se aprieta. El brazalete va conectado a una máquina que indicará la lectura de su presión arterial. Usando un estetoscopio, los médicos escuchan los latidos de su corazón y los sonidos de sus pulmones. Los signos vitales se toman para que los médicos conozcan el comportamiento de su cuerpo.

¿Cuáles son los riesgos al recibir una transfusión de sangre? Si su cuerpo no tiene la cantidad suficiente de sangre, usted puede sufrir un ataque cardíaco o morir. Pero, al recibir la transfusión también existen algunos riesgos.

- Muchas personas se preocupan porque pueden contraer el SIDA o la hepatitis a través de una transfusión de sangre. El riesgo de que esto suceda es muy raro. Generalmente, el riesgo que se corre al no recibir la transfusión es mucho mayor que el riesgo de contraer el SIDA o la hepatitis.
- Los médicos son muy cuidadosos y atentos a que el grupo sanguíneo del donante sea compatible (igual) con el suyo. Aún así, hay veces que usted puede presentar una reacción severa a la sangre. Informe al médico o paramédico si usted presenta cualquiera de los siguientes síntomas.
  - Color rojo encendido en su piel.
  - Salpullido acompañado con escozor en su piel
  - Fiebre o escalofríos súbitos.
  - Dolor de cabeza.
  - Vómito y diarrea.
  - Mareos por una baja de su presión arterial.
  - Falta de aliento o silbidos al respirar.
  - Ritmo cardíaco acelerado.
  - Ataques (convulsiones)
- Formulario de autorización:
  - Usted tiene el derecho de entender su problema de salud. En palabras que usted pueda entender, deben explicarle los exámenes, tratamientos o procedimientos que le harán para tratar su enfermedad. Su doctor debe también explicarle los riesgos y beneficios de cada tratamiento. Pueden pedirle que firme este documento para autorizar la transfusión de sangre. Si usted es incapaz de hacerlo, otra persona que tiene su permiso, puede firmarlo por usted.
  - El formulario de autorización es un documento legal autorizando a su médico para que le haga ciertos exámenes, tratamientos o procedimientos. El formulario debe explicarle exactamente lo que le harán a usted. El doctor debe explicarle los beneficios y riesgos de cada tratamiento antes de que usted firme. Asegúrese de que le contesten todas sus preguntas y dudas antes de firmar este documento.

Acuerdos sobre su cuidado: Usted tiene el derecho de participar en el plan de su cuidado. Para participar en este plan, usted debe aprender acerca de su enfermedad, lesión, cirugía o procedimiento. De esta forma usted y su médico pueden hablar acerca de la transfusión y sus opciones para decidir que tratamiento se usará para su cuidado. Usted siempre tiene el derecho a rechazar su tratamiento.

Fuente: www.buenasalud.com/lib/showDoc.cfm?LibDocID=2848 & Return

CAPÍTULO

VI

Sistema cardiovascular

La presión arterial es la presión que ejerce la sangre sobre la pared de una arteria cuando el ventrículo izquierdo sufre una sístole y después una diástole. Se mide con un esfigmomanómetro y su valor normal es 120/80 mm Hg. La presión arterial normal varía de un momento a otro, pero dentro de límites muy estrechos, porque el aparato cardiovascular dispone de mecanismos nerviosos, capaces de amortiguar rápidamente cualquier tendencia a las desviaciones en un sentido o en otro (foto revista -Essalud).

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

CAPÍTULO

VI

Sistema cardiovascular

twitter.com/calapenshko

SISTEMA CARDIOVASCULAR

Capítulo VI

Objetivos

- *Conocer la estructura y función del corazón y los vasos sanguíneos*
- *Entender la histología y la importancia del sistema nodal*
- *Identificar las principales arterias y venas del organismo*
- *Conocer los eventos funcionales de la fisiología cardiaca*
- *Comprender la fisiología circulatoria, así como la regulación de la presión arterial*

Introducción

El sistema cardiovascular, que incluye al corazón y a los vasos sanguíneos, está relacionado directamente con el bombeo y la circulación de la sangre por todo el organismo, incluso hasta el punto más alejado del cuerpo, venciendo la fuerza de la gravedad.

El corazón, según su etimología griega kardia, se encuentra en comunicación directa con los vasos sanguíneos y tiene la función de bomba aspirante e impelente. Está formado por dos bombas separadas; un corazón derecho, que bombea sangre a los pulmones; y un corazón izquierdo, que bombea sangre a los órganos periféricos. El corazón está dotado de un sistema especializado que determina el latido rítmico del corazón. Este sistema es susceptible de lesión, pudiendo desencadenar un paro cardíaco. Estas lesiones pueden ser registradas en el electrocardiograma.

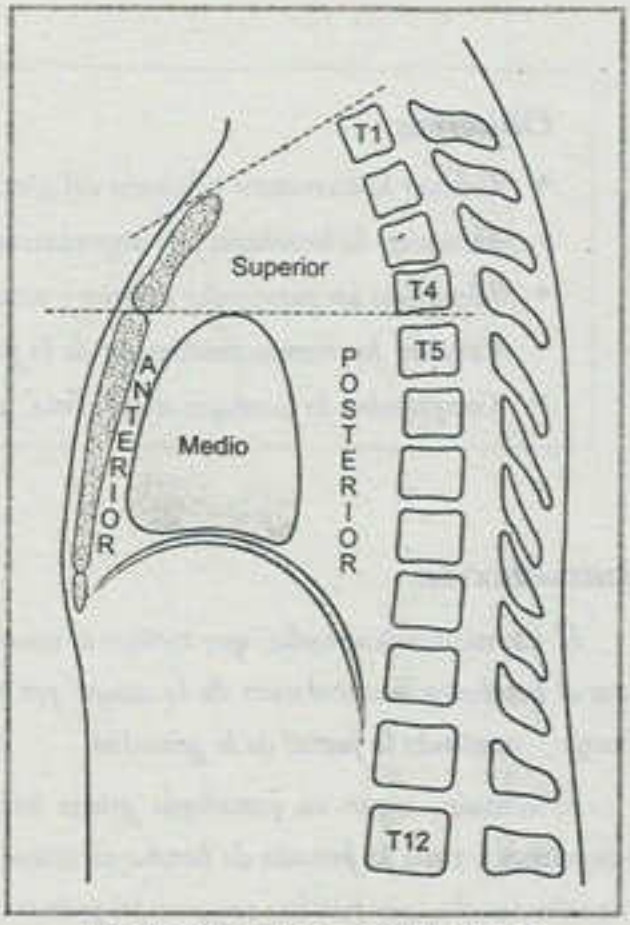
Los vasos sanguíneos son un sistema cerrado de conductos que transporta sangre del corazón a los tejidos y de vuelta al corazón. Conforme se aleja del corazón, los diferentes vasos sanguíneos presentan variaciones en su capa muscular, lo cual le permite disminuir o aumentar su diámetro para regular el paso de la sangre de acuerdo a las necesidades que presenten los tejidos.

CORAZÓN

1 Consideraciones generales

El corazón es un órgano muscular hueco, que hace las veces de una bomba, y tiene como función recibir y expulsar sangre a través de los vasos sanguíneos. Para ello, cuenta con cámaras receptoras que se conocen como aurículas, en donde la sangre llega a través de las venas, y cámaras expulsoras que son los ventrículos, de donde la sangre sale a través de las arterias.

Se encuentra situado dentro de la caja torácica, en un espacio situado entre ambos pulmones llamado mediastino, sobre el músculo diafragma, delante de la columna vertebral y detrás del esternón. El corazón ocupa la parte inferior y media del mediastino, presentando movilidad durante la respiración. Su forma es aproximadamente como el de una pirámide invertida, con una base y un vértice. La base del corazón está formada por las aurículas, principalmente la aurícula izquierda y el vértice está formado por la punta del ventrículo izquierdo.



Ubicación del corazón en la cavidad torácica

La mayor parte de la gente cree que el corazón está en el lado izquierdo del tórax, porque allí es donde se percibe su latido. De hecho, aproximadamente una tercera parte del corazón está en la parte derecha del tórax. En circunstancias normales, los latidos se sienten en el lado izquierdo, porque la punta del corazón golpea la pared del tórax por debajo y hacia afuera del pezón izquierdo. La orientación del corazón es hacia abajo, hacia adelante y hacia la izquierda con respecto al plano medio del cuerpo.

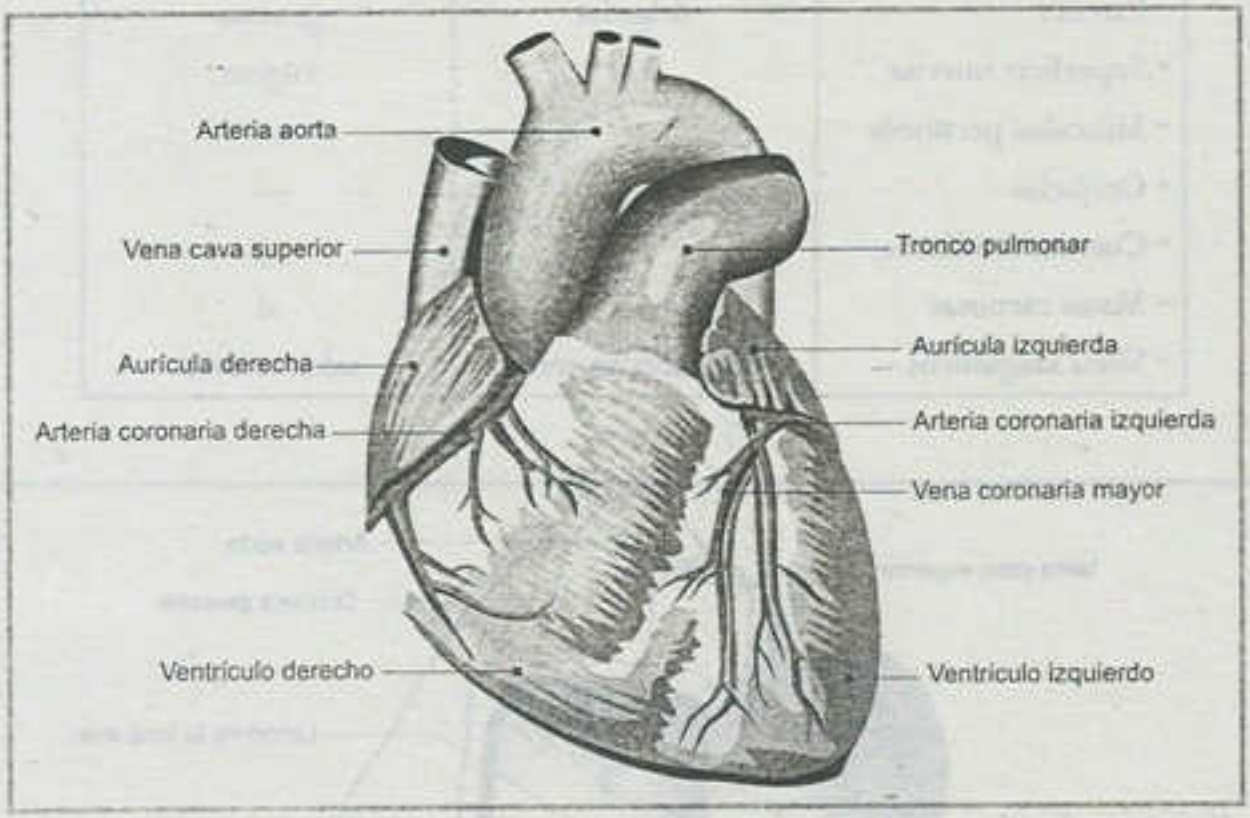
Su tamaño (12×9×6 cm) y peso (250 - 300 g) son variables dependiendo de varios factores, entre ellos la edad, el sexo, la actividad física y la altitud en que vive la persona; así por ejemplo, el corazón es más grande y de mayor peso en varones que en mujeres, en individuos que realizan actividad física considerable (atletas), en individuos que viven a más de 3,000 m.s.n.m, etc.

2 Las cavidades cardiacas

El corazón presenta tabiques internos, los cuales lo dividen en dos mitades: derecha e izquierda. El "corazón derecho" recibe sangre venosa de todo el organismo y la bombea a los pulmones, mientras que el "corazón izquierdo" recibe sangre oxigenada o arterial de los pulmones y la bombea hacia todos los tejidos del organismo. De esta manera, el corazón queda dividido en cuatro cavidades: dos aurículas (derecha e izquierda) y dos ventrículos (derecho e izquierdo).

Las aurículas están separadas de los ventrículos por válvulas llamadas auriculoventriculares, y los ventrículos de las arterias por las válvulas sigmoideas. En la superficie externa, un surco conocido como surco coronario separa las aurículas de los ventrículos.

Los surcos interventriculares anterior y posterior separan los ventrículos derecho e izquierdo externamente. Los surcos contienen vasos coronarios y una cantidad considerable de grasa.



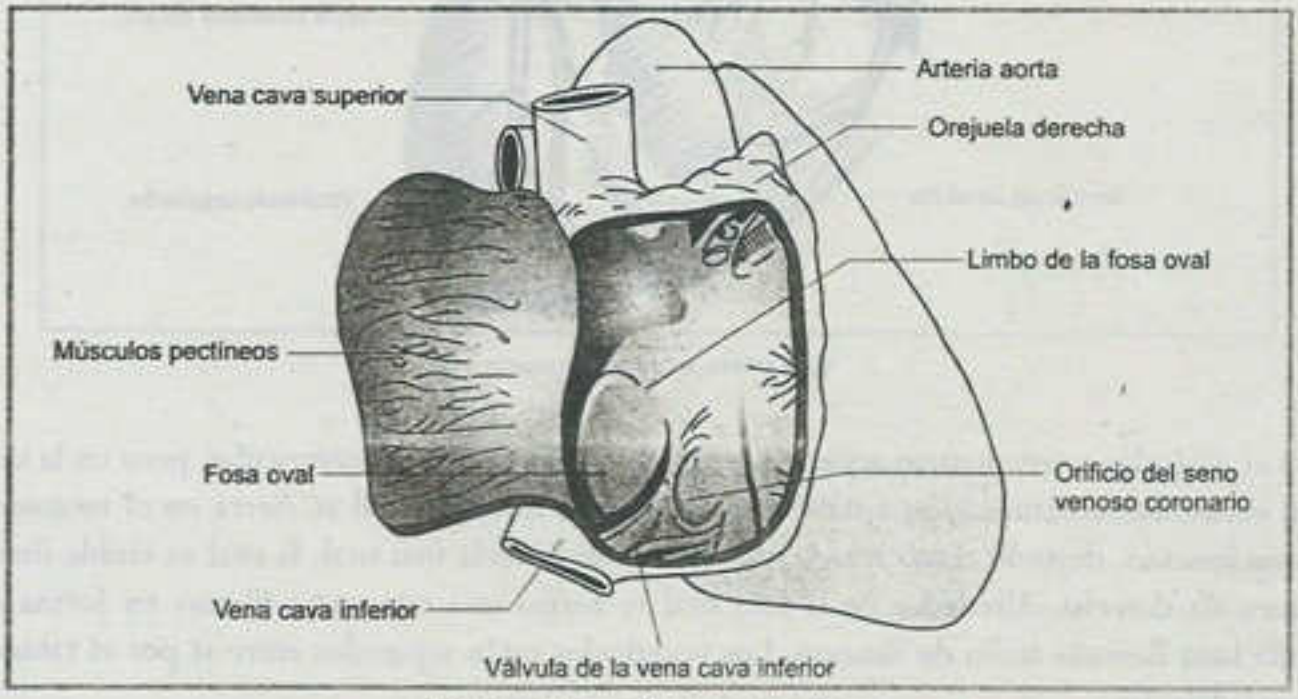
Vista antero–externa del corazón

Las aurículas se encuentran separadas entre sí por el tabique interauricular, pero en la vida fetal existe una comunicación a través del agujero de Botal, el cual se cierra en el momento del nacimiento, dejando como rezago una depresión llamada fosa oval, la cual es visible desde la aurícula derecha. Alrededor de la fosa oval se forma una estructura fibrosa en forma de media luna llamada anillo de *Vieussens*. Los ventrículos están separados entre sí por el tabique interventricular.

El grosor de las cuatro cavidades varía de acuerdo a la función que realiza. El ventrículo izquierdo tiene la pared más gruesa, debido a que debe bombear la sangre a presiones muy altas y debe enviarla a casi todo el cuerpo.

Se mencionó que el corazón internamente se divide en aurículas y ventrículos, que son cavidades distintas entre sí y cuyas principales diferencias se resumen en el siguiente cuadro:

CARACTERÍSTICA	AURÍCULAS	VENTRÍCULOS
• Localización	superiores	inferiores
• Forma	cuboidea	cónica (izquierdo) semilunar (derecho)
• Tamaño	pequeñas	grandes
• Paredes	delgadas	gruesas
• Superficie interna	lisa	rugosa
• Músculos pectíneos	si	---
• Orejuelas	si	---
• Cuerdas tendíneas	---	si
• Masas carnosas	---	si
• Vasos sanguíneos	desembocan venas	salen arterias

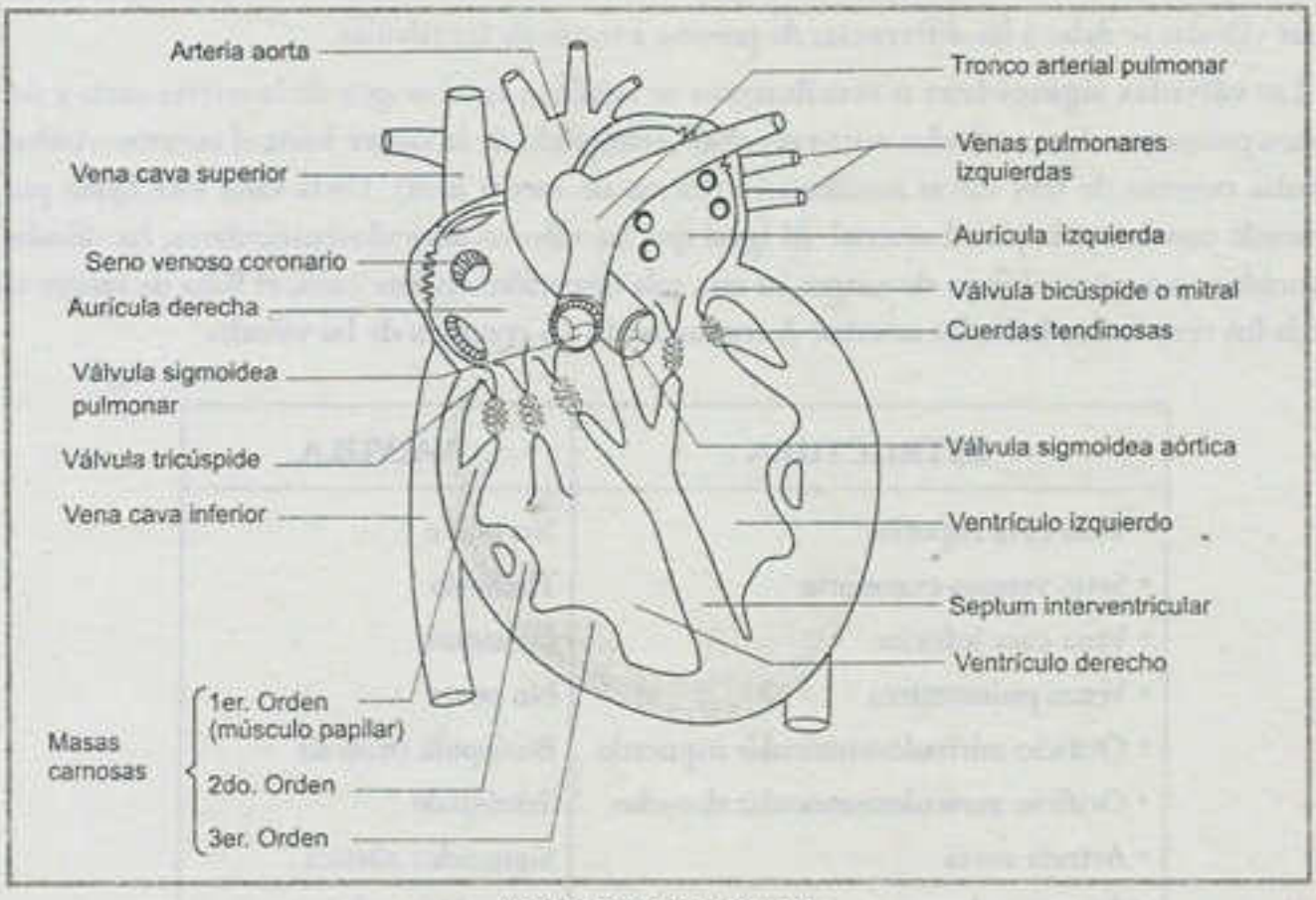


Vista lateral de la aurícula derecha abierta.

3 Los grandes vasos del corazón

La aurícula derecha recibe sangre desoxigenada de diversas partes del cuerpo a través de tres venas: La **vena cava superior** conduce la sangre procedente de la mayoría de las regiones de la porción superior del cuerpo hasta el corazón, la **vena cava inferior** conduce sangre de todas las regiones del cuerpo inferiores al diafragma y el **seno venoso coronario** drena la sangre de la mayoría de los vasos que irrigan la pared del corazón.

Desde la aurícula derecha, la sangre fluye hacia el ventrículo derecho, el cual la bombea hacia el tronco pulmonar. El tronco pulmonar se divide en arteria pulmonar derecha e izquierda, cada una de las cuales lleva sangre desoxigenada a cada pulmón. En los pulmones, la sangre libera CO_2 y capta O_2. Esta sangre llamada oxigenada regresa al corazón a través de las cuatro venas pulmonares que desembocan en la aurícula izquierda. Luego, la sangre pasa al ventrículo izquierdo, el cual la bombea a todo el organismo.



Morfología interna del corazón

4 Las válvulas cardiacas

Cuando cada cavidad del corazón se contrae, impulsa la sangre hacia un ventrículo o hacia afuera del corazón a través de una arteria. Para evitar el flujo retrógrado de sangre, el corazón posee unas estructuras constituidas de tejido conectivo denso cubiertas por endotelio, que reciben el nombre de válvulas.[1]

Las **válvulas auriculoventriculares** (AV) están situadas entre las aurículas y los ventrículos. La válvula AV derecha, localizada entre la aurícula derecha y el ventrículo derecho, también recibe el nombre de válvula tricúspide debido a que está formada por tres valvas. La válvula AV izquierda, localizada entre la aurícula izquierda y el ventrículo izquierdo, posee dos valvas y recibe el nombre de válvula bicúspide o mitral. Cuando las válvulas AV están abiertas, los extremos libres de las valvas se proyectan en el ventrículo. Unas cuerdas fibrosas, denominadas cuerdas tendinosas, conectan los extremos libres y las superficies inferiores con los músculos papilares localizados en la superficie interna de los ventrículos. Con el objetivo de que la sangre pase de una aurícula a un ventrículo, una válvula auriculoventricular debe abrirse. La abertura y el cierre de las válvulas se debe a las diferencias de presión a través de las válvulas.

Las **válvulas sigmoideas o semilunares** se localizan en el origen de la arteria aorta y del tronco pulmonar. Estas válvulas evitan el reflujo retrógrado de la sangre hacia el corazón. Ambas válvulas constan de tres valvas semilunares (forma de media luna). Cada valva está fijada por su borde convexo a la pared arterial. Al igual que las válvulas auriculoventriculares, las válvulas sigmoideas permiten el flujo de sangre en una sola dirección: en este caso, el flujo de sangre va desde los ventrículos hacia las arterias. A continuación un resumen de las válvulas.

ESTRUCTURA	VÁLVULA
• Vena cava superior	No posee
• Seno venoso coronario	Thebesio
• Vena cava inferior	Eustaquio
• Venas pulmonares	No posee
• Orificio auriculoventricular izquierdo	Bicúspide (mitral)
• Orificio auriculoventricular derecho.	Tricúspide
• Arteria aorta	Sigmoidea aórtica
• Arteria pulmonar	Sigmoidea pulmonar

[1] "Una infección por la bacteria Streptococcus Pyogenes, b-hemolítico del grupo A, puede causar una inflamación del corazón que lesiona las válvulas mitral y aórtica. Este trastorno recibe el nombre de fiebre reumática y suele originarse por una faringitis estreptocócica". *Principios de anatomía y fisiología*. Tortora. Pág. 598-600

5 El pericardio

Forma una envoltura que rodea al corazón. Su función principal es brindar protección al corazón así como permitirle la suficiente libertad de movimiento. Se divide en dos partes:

- **Pericardio seroso:** Se divide a su vez en dos hojas: visceral (epicardio) y parietal, entre ambas hojas existe un espacio virtual llamado cavidad pericárdica, por donde circula aproximadamente 50 ml de líquido pericárdico, este es un líquido seroso y tiene una función lubricante.
- **Pericardio fibroso:** Constituye la parte más externa y resistente del pericardio. Está formado por tejido conectivo denso y forma el saco fibroso pericárdico. El pericardio fibroso evita la sobredistensión del corazón, proporciona protección y fija el corazón en el mediastino.

6 La pared cardiaca

La pared del corazón presenta las siguientes capas, de adentro hacia afuera:

6.1. ENDOCARDIO

Es la capa más interna. Reviste el interior de las cavidades cardíacas y las válvulas. Está formado por un endotelio (epitelio monoestratificado plano) y tejido conectivo laxo en pequeña cantidad (subendocardio). El endocardio se continúa con el revestimiento endotelial de los grandes vasos.

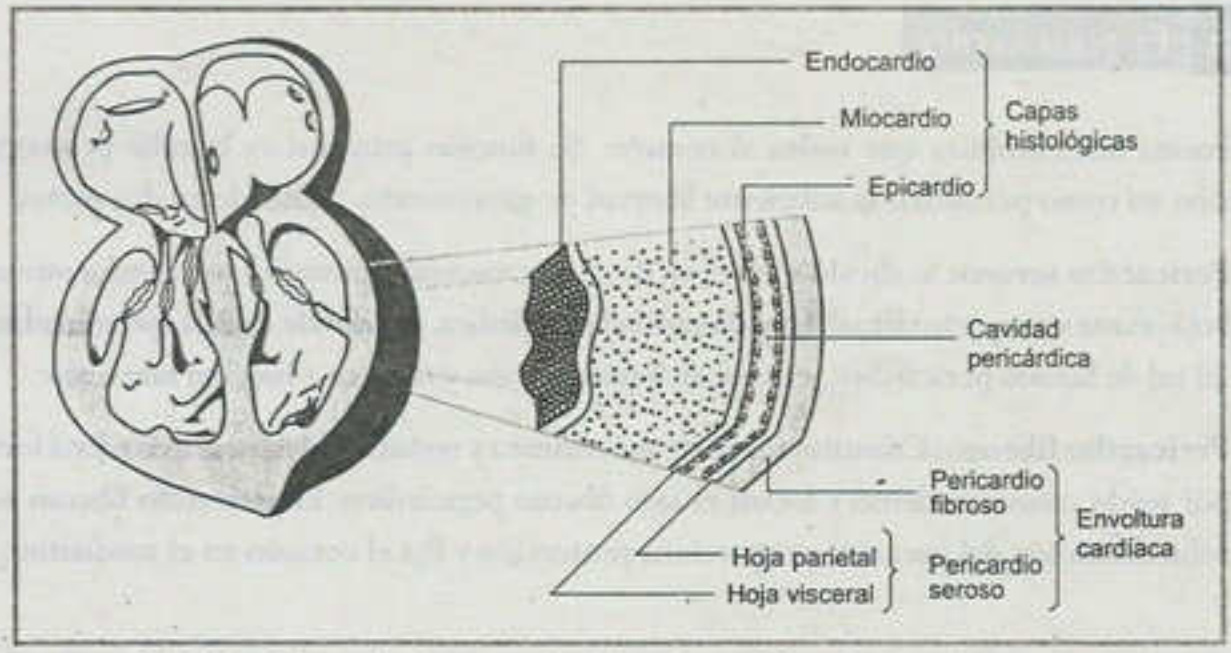
6.2. MIOCARDIO

Es la capa media y la más gruesa del corazón alcanzando su mayor grosor a nivel del ventrículo izquierdo. Está formada por músculo estriado cardíaco, cuyas fibras musculares son involuntarias y ramificadas.

Sus fibras musculares se disponen en dos grupos: uno a nivel de aurículas y otro en ventrículos. Su función es realizar las contracciones cardíacas.

6.3. EPICARDIO

Es la capa más externa. Corresponde a la hoja visceral del pericardio seroso. Está formado por mesotelio (epitelio monoestratificado plano) y tejido conectivo.



Estructura histológica del corazón. La capa media del corazón es el miocardio, el cual ocupa casi todo el grosor de la pared cardíaca.

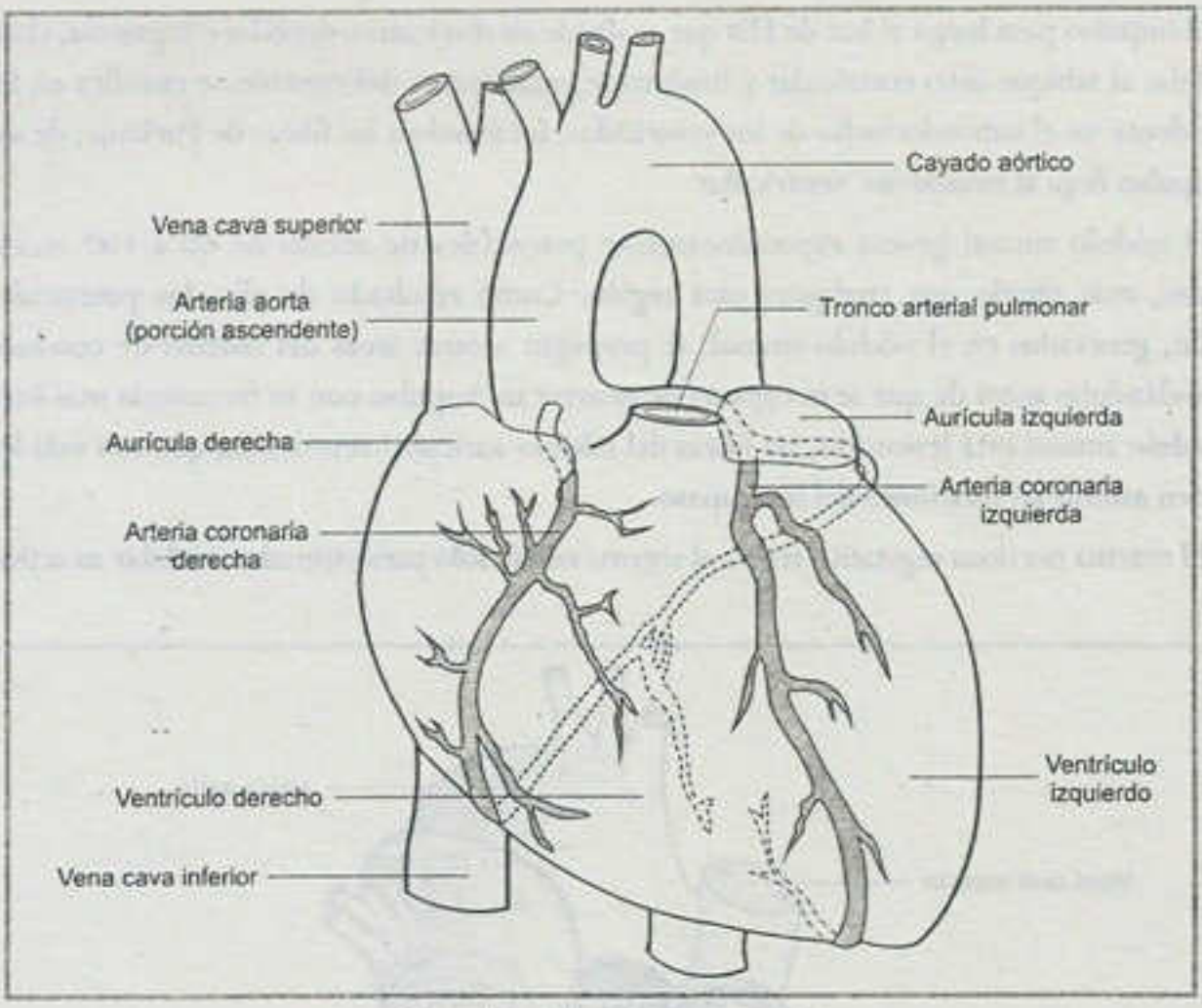
7 La vascularización del corazón

El corazón es irrigado por las arterias coronarias izquierda y derecha[2], las cuales nacen en la primera porción de la arteria aorta a nivel de los senos de *Valsalva*. Las primeras ramas de las arterias coronarias irrigan el epicardio en tanto que las ramas subsecuentes penetran al miocardio. La arteria coronaria izquierda irriga la mayor parte del ventrículo izquierdo, los dos tercios anteriores del tabique interventricular y la parte de la cara anterior del ventrículo derecho adyacente al tabique. La arteria coronaria izquierda irriga el resto del corazón.

La mayor parte de la sangre regresa a las cavidades cardíacas a través de las venas, así la vena cardíaca magna o coronaria mayor recorre la cara anterior del corazón y al llegar a la aurícula izquierda, la vena se dilata formando el seno venoso coronario, el cual desemboca en la aurícula derecha. Además, existen pequeñas venas que se originan en la pared del corazón y no aparecen en la superficie del corazón pues se abren directamente en las cavidades cardíacas; estas venas se llaman venas de Thebesio, las cuales drenan una pequeña cantidad de sangre.

Las arterias coronarias pueden sufrir la obstrucción parcial o total de su luz debido al crecimiento de una placa de colesterol en la pared arterial, esta obstrucción disminuye el aporte sanguíneo al miocardio, ocasionando una entidad clínica denominada insuficiencia coronaria.

[2] "La cardiopatía isquémica (coronaria), se relaciona con aterosclerosis de los vasos coronarios que riegan al miocardio. Conforme las placas ateroscleróticas reducen las luces de los vasos coronarios, el paciente experimentará dolor y presión referidos, lo que se conoce como angina, por falta de oxígeno". *Histología, textos y atlas*. Gartner. Pág. 240



Vista anterior de las arterias coronarias

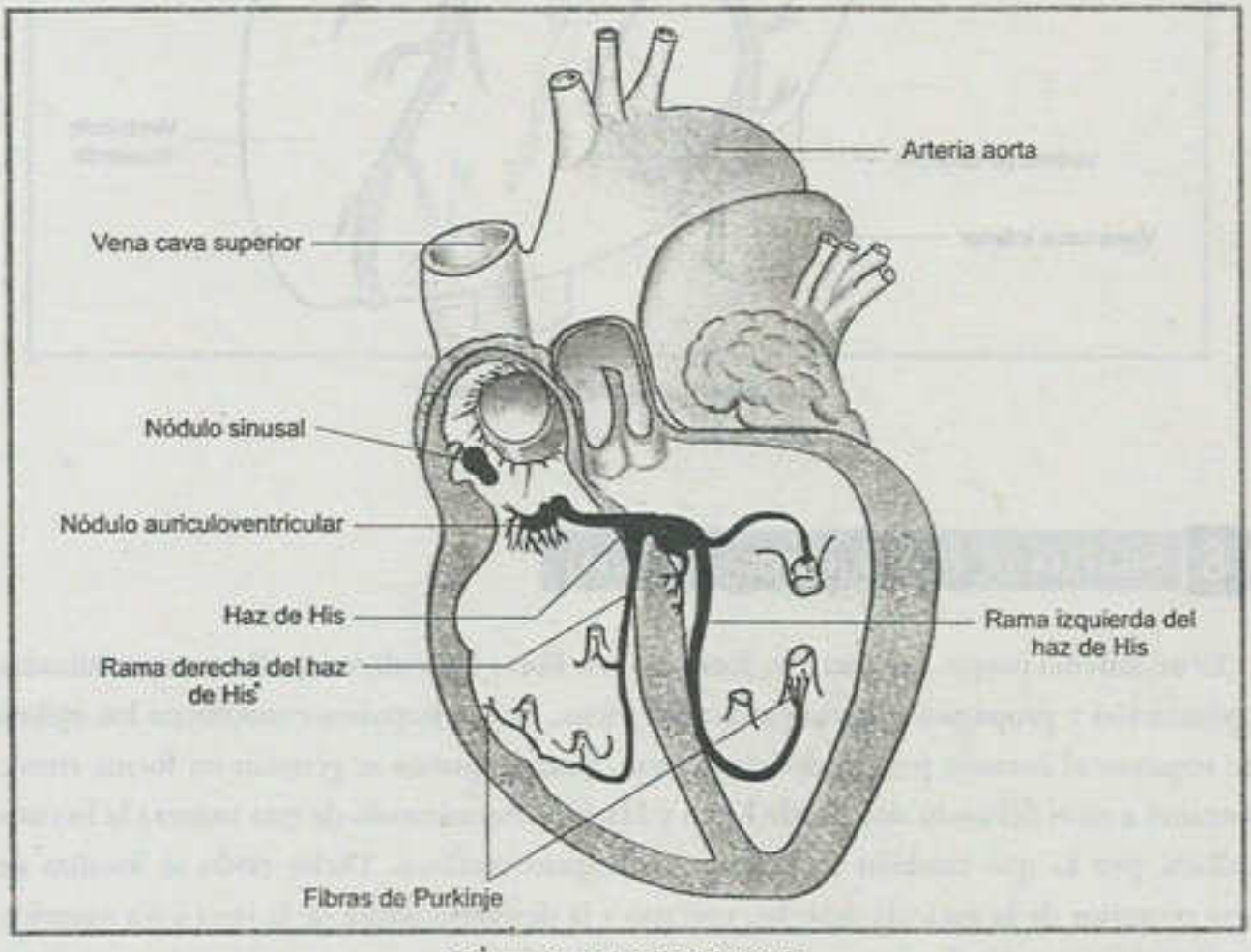
8 Sistema de conducción o nodal

Es un sistema propio del corazón, formado por fibras musculares cardíacas especializadas en la generación y propagación de impulsos eléctricos, dichos impulsos constituyen los estímulos que requiere el corazón para poder contraerse. Estos impulsos se generan en forma rítmica y constante a nivel del nodo sinusal (de Keith y Flack), determinando de esta manera la frecuencia cardíaca, por lo que también se le llama marcapaso cardíaco. Dicho nódo se localiza en la parte posterior de la aurícula derecha, cercano a la desembocadura de la vena cava superior. El impulso eléctrico viaja luego por los haces internodales (que son en número de tres), hacia el nodo aurículo-ventricular (de Aschoff y Tawara), que se ubica en la intersección de aurículas y ventrículos, siendo su función retrasar ligeramente el impulso eléctrico, permitiendo de esta manera que se contraigan primero las aurículas y luego los ventrículos.

El impulso pasa luego al haz de His que se divide en dos ramas: derecha e izquierda, viajando paralelas al tabique interventricular y finalmente, en la punta del corazón se ramifica en forma ascendente en el subendocardio de los ventrículos, formando a las fibras de Purkinje, de donde el impulso llega al miocardio ventricular.

El nódulo sinusal genera espontáneamente potenciales de acción de 60 a 100 veces por minuto, más rápido que cualquier otra región. Como resultado de ello, los potenciales de acción, generados en el nódulo sinusal, se propagan a otras áreas del sistema de conducción, estimulándolas antes de que sean capaces de generar un impulso con su frecuencia más lenta. Si el nódulo sinusal está lesionado, las fibras del nódulo aurículo-ventricular, que son más lentas, pueden asumir las funciones del marcapaso.

El sistema nervioso vegetativo regula al sistema nodal, solo para estimular o inhibir su actividad.



Sistema de conducción del corazón

VASOS SANGUÍNEOS

Los vasos sanguíneos son conductos que están distribuidos por todo el organismo y se encargan de transportar la sangre desde el corazón hasta los tejidos del cuerpo y después la devuelven al corazón. Forman un circuito cerrado junto con el corazón.

Existen tres tipos de vasos sanguíneos en nuestro cuerpo: **arterias, venas y capilares**.

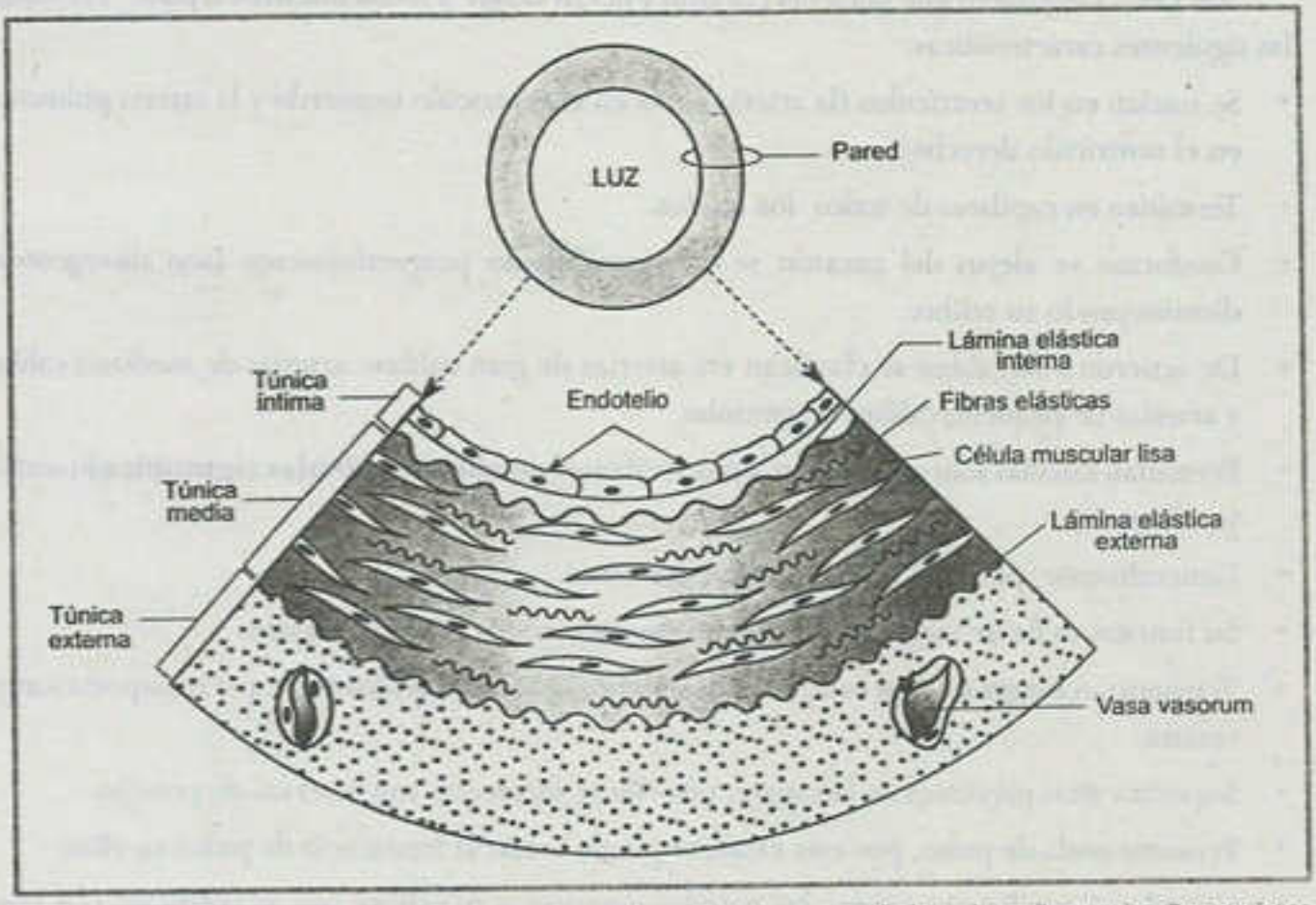
1 LAS ARTERIAS

Son vasos sanguíneos que salen del corazón y llevan sangre a todos nuestros tejidos. Presentan las siguientes características:

- Se inician en los ventrículos (la arteria aorta en el ventrículo izquierdo y la arteria pulmonar en el ventrículo derecho).
- Terminan en capilares de todos los tejidos.
- Conforme se alejan del corazón se van ramificando progresivamente (son divergentes), disminuyendo su calibre.
- De acuerdo a su calibre se clasifican en: arterias de gran calibre, arterias de mediano calibre y arterias de pequeño calibre o arteriolas.
- Presentan válvulas solo en su inicio, estas reciben el nombre de **válvulas sigmoideas** (aórtica y pulmonar).
- Generalmente, por cada arteria existen dos venas.
- Su función es llevar sangre desde el corazón hacia todos nuestros tejidos.
- Transportan sangre arterial (oxigenada), excepto la **arteria pulmonar** que transporta sangre venosa.
- Soportan altas presiones de la sangre, por ello se dicen que son reservas de presión.
- Presenta onda de pulso, por esta razón se puede tomar la frecuencia de pulso en ellas.
- Cuando se quedan sin sangre, las paredes mantienen su calibre (no se colapsan) por tener estructura elástica.
- Cuando se produce un corte de su pared, la sangre sale con gran fuerza y en forma intermitente.
- Su dilatación anormal se llama **aneurisma**, donde la pared presenta una dilatación permanente, la cual al romperse provocará una hemorragia masiva que puede ser mortal.

Su pared consta de tres capas o túnicas:

- **Túnica interna o íntima:** Está formada por endotelio (epitelio monoestratificado plano) y una capa de tejido elástico llamada lámina elástica interna.
- **Túnica media:** Está formada por fibras musculares lisas y fibras elásticas. Es la capa más desarrollada.
- **Túnica externa:** Se llama también **adventicia**. Está constituida principalmente por fibras elásticas y colágenas. En las grandes arterias, esta túnica posee la *vasa vasorum* (vaso de vasos), estos son pequeños vasos que permiten principalmente la nutrición de las células de esta túnica. Existe una lámina elástica externa que separa la túnica media de la adventicia.



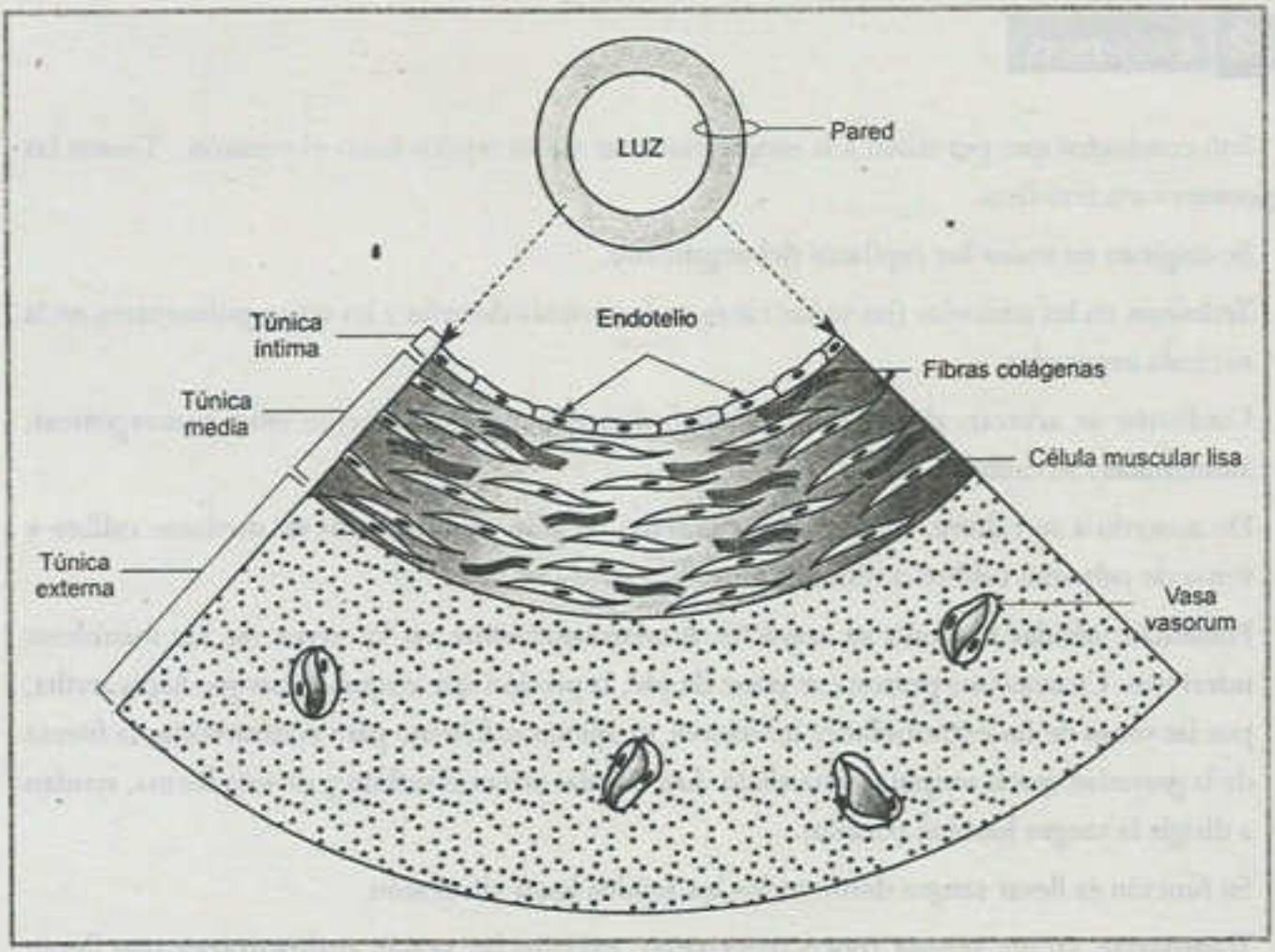
Estructura histológica de una arteria. Obsérvese el gran desarrollo de la capa media lo cual permite manejar altas presiones sanguíneas.

2 Las venas

Son conductos que permiten a la sangre retornar de los tejidos hacia el corazón. Tienen las siguientes características.

- Se originan en todos los capilares del organismo.
- Terminan en las aurículas (las venas cavas en la aurícula derecha y las venas pulmonares en la aurícula izquierda).
- Conforme se acercan al corazón, se van fusionando progresivamente (son convergentes), aumentando su calibre.
- De acuerdo a su calibre, se clasifican en: venas de gran calibre, venas de mediano calibre y venas de pequeño calibre o vénulas.
- Presentan válvulas en todo su trayecto, fundamentalmente en las venas de los miembros inferiores. Cuando una persona se pone de pie, la presión que empuja la sangre hacia arriba, por las venas de las extremidades inferiores, es apenas suficiente para contrarrestar la fuerza de la gravedad que la empuja hacia abajo. Las válvulas evitan el reflujo y, de esta forma, ayudan a dirigir la sangre hacia el corazón.
- Su función es llevar sangre desde todos los tejidos hacia el corazón.
- Transportan sangre venosa (poco oxigenada), excepto las **venas pulmonares** que llevan sangre arterial.
- Soportan bajas presiones sanguíneas
- Contienen en su interior mayor cantidad de sangre que en las arterias, por tal motivo son reservas de volumen.
- Cuando se quedan sin sangre, sus paredes se colapsan.
- Cuando se corta su pared, la sangre fluye en forma lenta y continua.
- Sus dilataciones anormales se llaman **várices**, las cuales son frecuentes en los miembros inferiores.
- Su pared guarda cierta semejanza con las arterias, es decir, posee:

  - Túnica interna o íntima: Formada por endotelio y tejido conectivo
  - Túnica media: Formada por fibras musculares lisas y fibras colágenas
  - Túnica externa o adventicia: Constituida por tejido conectivo, es la capa más desarrollada. Presenta, además, gran cantidad de vasa vasorum, sobre todo en las grandes venas.



Estructura histológica de una vena. A diferencia de las arterias presentan una delgada capa media, pero hay un gran desarrollo de la adventicia.

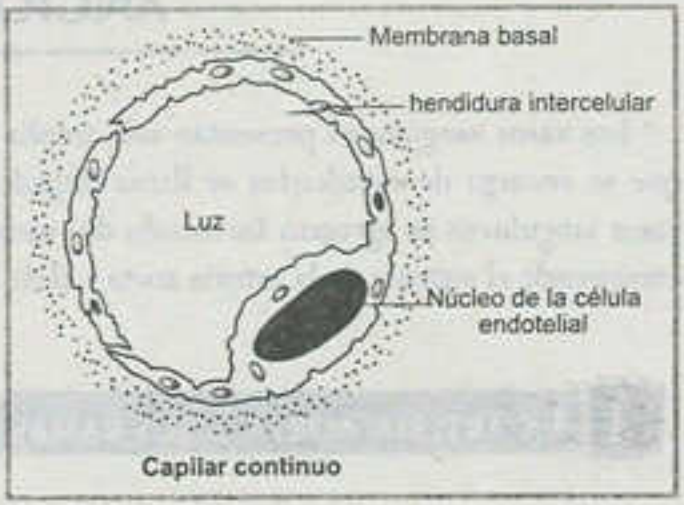
3 LOS CAPILARES

Son los vasos sanguíneos más pequeños (son microscópicos) ya que su diámetro oscila entre 7-9 µm; además, son los vasos más numerosos ya que juntando a todos ellos se formaría una superficie aproximada de 6 000 m^2. Se encuentran ampliamente distribuidos en todos los tejidos (excepto en algunos como en el tejido epitelial), constituyendo una extensa red. Se originan a partir de las metaarteriolas y al unirse dan origen a las vénulas. Sus paredes están formadas por una única capa de células planas (endotelio) y una membrana basal. En su interior, la sangre, que fluye lentamente, sufre transformación de sangre arterial a venosa o viceversa, por lo tanto, los capilares tiene un lado arterial y otro venoso.

La función de los capilares es intercambiar diversas sustancias, tales como O_2, CO_2, sustancias nutritivas, desechos; entre la sangre y el líquido intersticial, en el cual están inmersas las células.

Existen tres tipos de capilares:

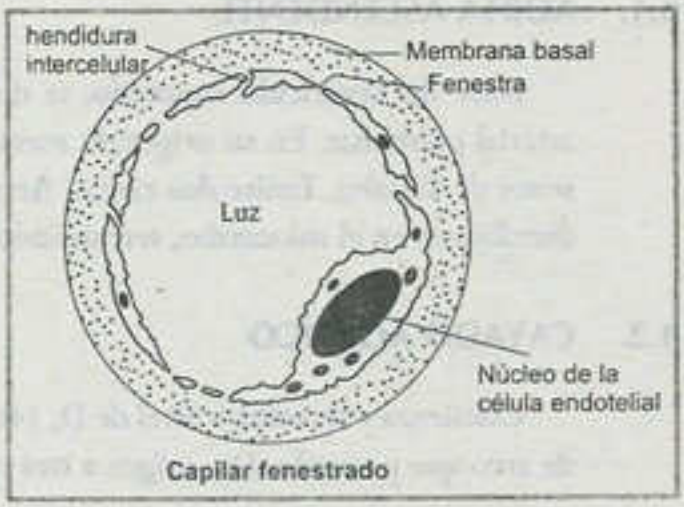
3.1. CAPILARES CONTINUOS



Capilar continuo

En estos capilares, las células endoteliales se adhieren por medio de uniones estrechas y forman así una capa continua. Estas uniones celulares impiden el paso de muchas moléculas y de sustancias como aminoácidos y glucosa, además atraviesan su pared por medio de moléculas transportadoras. Estos capilares se encuentran en el tejido muscular, tejido nervioso y tejido conectivo. En el sistema nervioso central, los capilares continuos se modifican aumentando el número de uniones estrechas entre las células endoteliales, conformando así la barrera hematoencefálica.

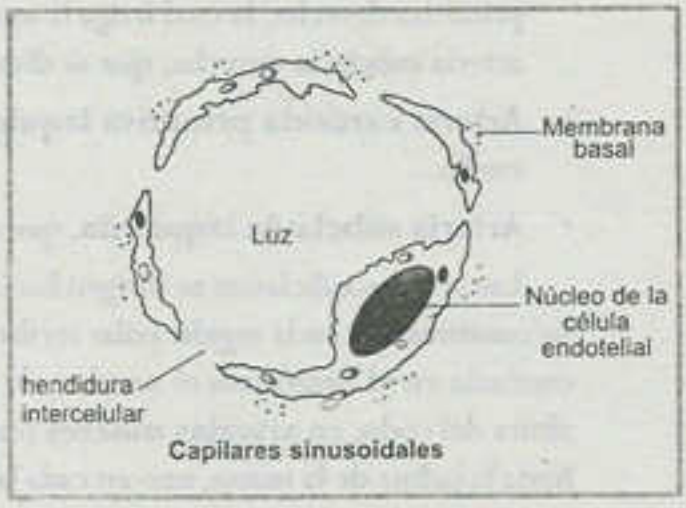
3.2. CAPILARES FENESTRADOS



Capilar fenestrado

En estos capilares, las células endoteliales presentan poros o fenestras de 80 - 100 nm de diámetro, estos permiten el intercambio de sustancias entre la sangre y las células. Se encuentran localizados en el riñón, intestino, páncreas y glándulas endocrinas.

3.3. CAPILARES SINUSOIDALES



Capilares sinusoidales

También denominados sinusoides, son capilares más grandes en su diámetro (30 - 40 um) y tienen un trayecto tortuoso. Las células endoteliales están separadas por amplios espacios y no existe un revestimiento continuo de la lámina basal. En su pared, presenta a las células fagocíticas o macrófagos, como las células de Küpffer en el hígado.

Se localizan en la médula ósea, hígado y bazo. La estructura de estos capilares hace más fácil el intercamio de sustancias entre la sangre y los tejidos.

ANGIOLOGÍA

Los vasos sanguíneos presentan una amplia distribución por todo el organismo. La ciencia que se encarga de estudiarlos se llama Angiología. Como ya se vio en páginas anteriores, los vasos sanguíneos se agrupan formando dos circulaciones: mayor y menor. La circulación mayor comprende el sistema de la arteria aorta y el de las venas cavas.

1 La arteria aorta y sus ramas

La arteria aorta es la arteria principal del organismo, y tiene un diámetro de 2 - 3 cm. Nace en el ventrículo izquierdo y de acuerdo a su recorrido, se divide en las siguientes porciones:

1.1. AORTA ASCENDENTE

Nace del ventrículo izquierdo, se dirige hacia arriba y en plano profundo al tronco arterial pulmonar. En su origen, la aorta ascendente contiene tres dilataciones, llamadas senos de Valsalva. Emite dos ramas: **Arterias coronarias** (derecha e izquierda), que se distribuyen en el miocardio, terminando a nivel de D_4.

1.2. CAYADO AÓRTICO

Comienza y termina a nivel de D_4 (4ta. vértebra dorsal), llamándosele así por la forma de arco que presenta. Da origen a tres ramas.

- **Tronco arterial braquiocefálico**, que a su vez da origen a la arteria carótida primitiva derecha, la cual irriga la mitad derecha de la cabeza y el cuello, así como a la arteria subclavia derecha, que se distribuye en el miembro superior derecho.
- **Arteria carótida primitiva izquierda**, que irriga la mitad izquierda de la cabeza y cuello.
- **Arteria subclavia izquierda**, que se distribuye en el miembro superior izquierdo.

Las arterias subclavias se dirigen hacia la axila para irrigar a todo el miembro superior. Su continuación en la región axilar recibe el nombre de **arteria axilar**. Desde esta región, continúa en el brazo con el nombre de **arteria braquial** (humeral), que se divide a la altura del codo, en **arterias ulnares** (cubitales) interna y externa. Estos vasos continúan hasta la palma de la mano, uno en cada lado del antebrazo, y en la mano se **anastomosan** para formar los **arcos palmares** superficial y profundo. De éstos nacen las **arterias digitales**, que se distribuyen en los dedos de las manos.

Antes de entrar a la axila, la subclavia derecha emite una rama importante al encéfalo, la arteria vertebral. La **arteria vertebral** derecha atraviesa agujeros de las apófisis transversas de las vértebras cervicales y entra en el cráneo por el agujero magno (occipital), para llegar hasta la cara interna del encéfalo, donde se une con su homónima contralateral para formar la **arteria basilar**.

La **arteria carótida primitiva** derecha sigue un curso ascendente por el cuello y a la altura del extremo superior de la laringe se divide en **arterias carótidas interna y externa** derechas. Estos vasos se distribuyen en la mitad derecha de la glándula tiroides, lengua, garganta, cara, oídos, cuero cabelludo y duramadre. Las carótidas internas se distribuyen en el encéfalo, ojo derecho y mitades derechas de la frente y nariz.

Las anastomosis de las carótidas internas derecha e izquierda forman, en la base del encéfalo, el círculo arterial cerebral (polígono de Willis), de donde nacen las arterias que se distribuyen en el encéfalo.

Dicho polígono se forma por la unión de las arterias cerebrales anteriores (ramas de las carótidas internas) y las arterias cerebrales posteriores (ramas de la arteria basilar). También hay arterias comunicantes posteriores, que conectan a las cerebrales posteriores con las carótidas internas. Las arterias cerebrales anteriores están conectadas entre sí por las arterias comunicantes anteriores.

1.3. AORTA TORÁCICA

Se inicia a nivel de la cuarta vértebra dorsal(D_4) y termina a nivel de la decimosegunda vértebra dorsal (D_{12}). Emite ramas que se distribuyen en vísceras y músculos del tórax; así por ejemplo: las **arterias bronquiales**, que se distribuyen en los bronquios, parénquima pulmonar, ganglios linfáticos bronquiales y parte del esófago; las **arterias esofágicas** medias que irrigan al esófago; las **arterias mediastínicas posteriores**, que se distribuyen en el mediastino posterior; las **arterias intercostales**, que irrigan los músculos intercostales, músculos abdominales, glándulas mamarias; las **arterias frénicas superiores** (diafragmáticas) son varias y se distribuyen en la cara superior del músculo diafragma.

1.4. AORTA ABDOMINAL

Se inicia a nivel de la vértebra D_{12} y termina a nivel de la cuarta vértebra lumbar (L_4). Emite a las **arterias frénicas** (diafragmáticas) **inferiores** que se distribuyen en la cara inferior del músculo diafragma; el **tronco celíaco** que se divide en tres ramas:

- Arteria hepática, que irriga el parénquima hepático
- Arteria coronaria estomáquica, irriga al estómago
- La arteria esplénica, que se distribuye en el bazo, páncreas y parte del estómago

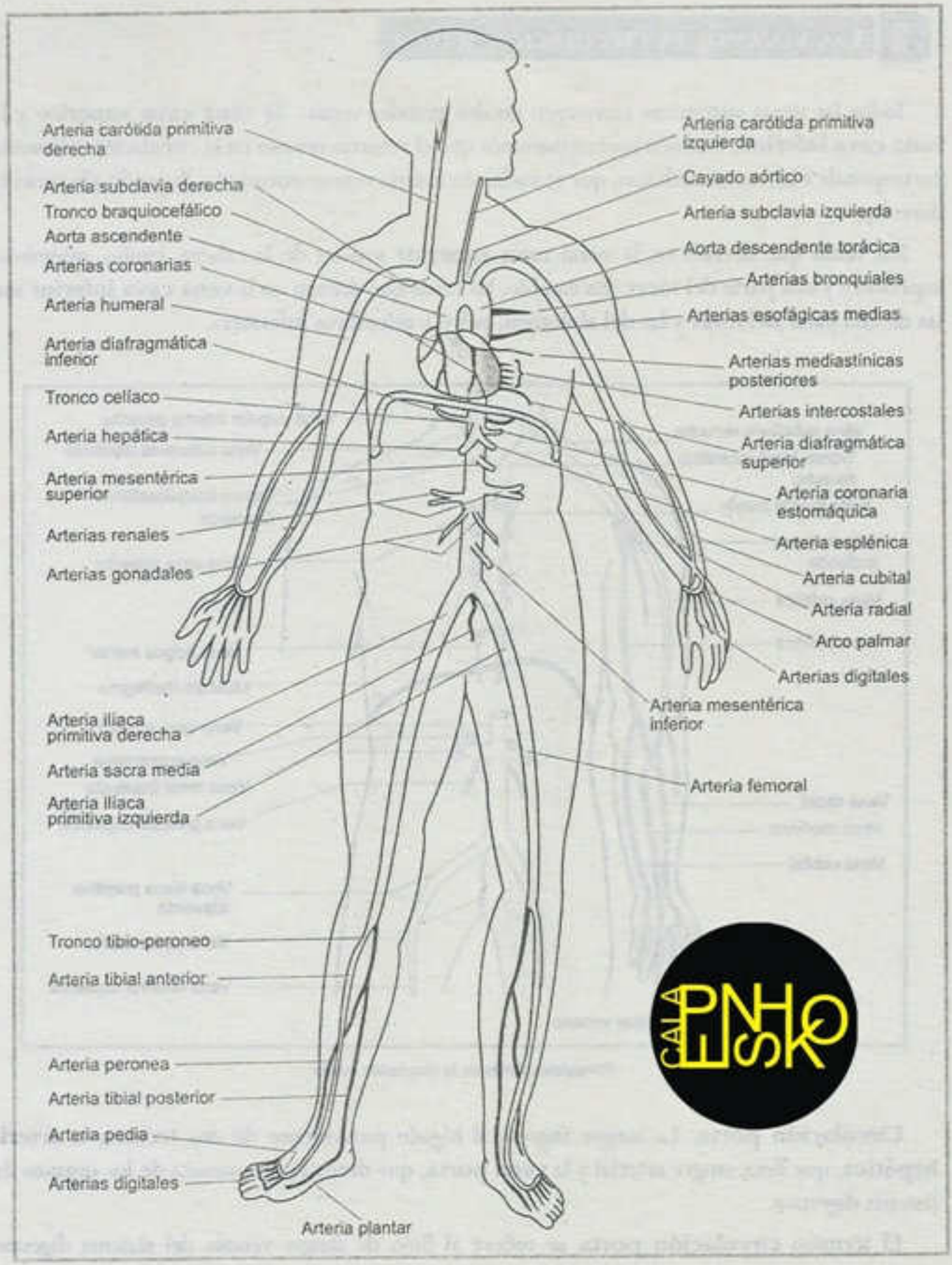
Luego emite a la **arteria mesentérica** superior, que distribuye sangre al intestino delgado y parte del grueso; las **arterias suprarrenales**, irrigan las glándulas suprarrenales; las **arterias renales** que distribuyen sangre en los riñones; las **arterias gonadales** (testiculares u ováricas) irrigan a las gónadas; las **arterias lumbares**, irrigan la médula espinal y sus meninges, así como músculos y piel de la región lumbar; la **arteria mesentérica inferior** irriga gran parte del intestino grueso, así como el recto.

Las ramas terminales de la arteria aorta son tres: la arteria sacra media y las arterias ilíacas primitivas, lo cual ocurre a la altura de la cuarta vértebra lumbar. (L_4). La arteria sacra media irriga sacro, cóccix, músculos glúteos mayores y recto. Las arterias ilíacas primitivas (comunes) se dirigen hacia abajo unos 5 cm y después emiten cada una, dos ramas, las ilíacas interna y externa.

Las **arterias ilíacas internas** (hipogástricas) emiten ramas que irrigan a los músculos psoas mayor y cuadrado de los lomos, así como la cara interna de cada muslo y vejiga urinaria, recto, próstata, conducto deferente, útero y vagina.

Las **arterias ilíacas externas** siguen cursos divergentes en la cavidad pélvica, entran en los muslos y se continúan con el nombre de **arterias femorales**; estas dos emiten ramas para los genitales y la pared del abdomen, así como otras que se dirigen a los músculos del muslo.

Las femorales se continúan en sentido descendente por la cara posterointerna del muslo hasta el hueco que hay por detrás de la rodilla, donde recibe el nombre de **arteria poplítea**. Entre la rodilla y el tobillo, la poplítea sigue su curso por la cara posterior de la pierna llamándose **arteria tibial posterior**; en esta región, la **arteria peronea** se desprende de la tibial posterior, justo por abajo de la rodilla e irriga estructuras de la cara medial del peroné y el calcáneo. En la pantorrilla, se desprende de ella la **arteria tibial anterior** que cursa por la cara anterior de la pierna y se continúa con el nombre de **arteria dorsal del pie** (pedia) a la altura del tobillo. En esta última, la tibial posterior se divide en **arterias plantares interna y externa**, que se anastomosan con la dorsal del pie (pedia) e irrigan el pie.

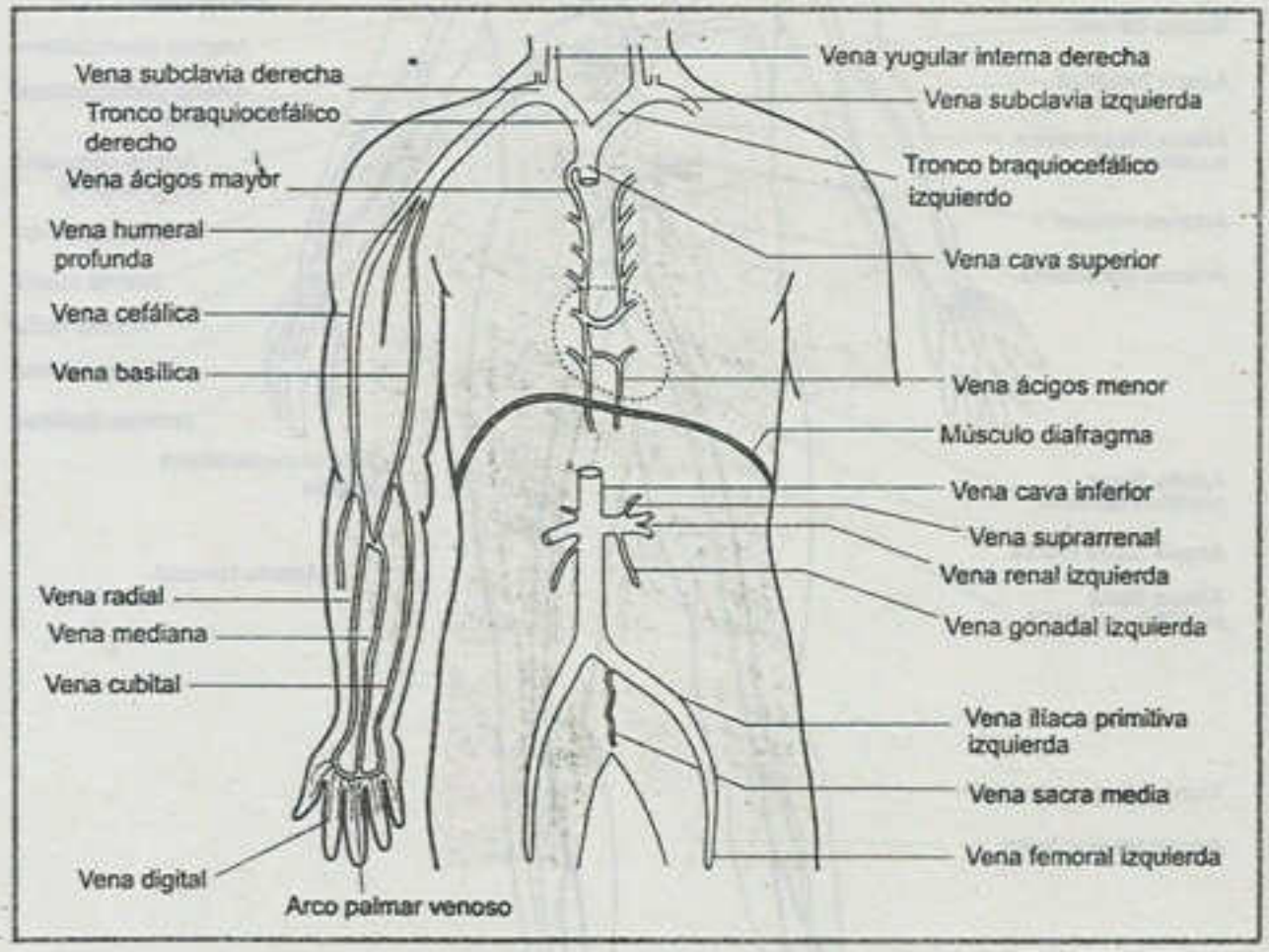


La arteria aorta y sus ramas principales

2 Las venas de la circulación mayor

Todas las venas sistémicas convergen en dos grandes venas: la **vena cava superior** y la **vena cava inferior**, también mencionaremos que el retorno venoso en la circulación coronaria corresponde a las venas cardíacas, que se vacían en el seno venoso coronario, llegando a la aurícula derecha.

Las venas que drenan en la **vena cava superior** son las de la cabeza, cuello, miembros superiores y una parte del tórax. En cambio, las venas que drenan en la **vena cava inferior** son las de una parte del tórax y las del abdomen, pelvis y miembros inferiores.



Principales venas de la circulación mayor

Circulación porta. La sangre ingresa al hígado proveniente de dos fuentes; la **arteria hepática**, que lleva sangre arterial y la **vena porta**, que drena sangre venosa de los órganos del sistema digestivo.

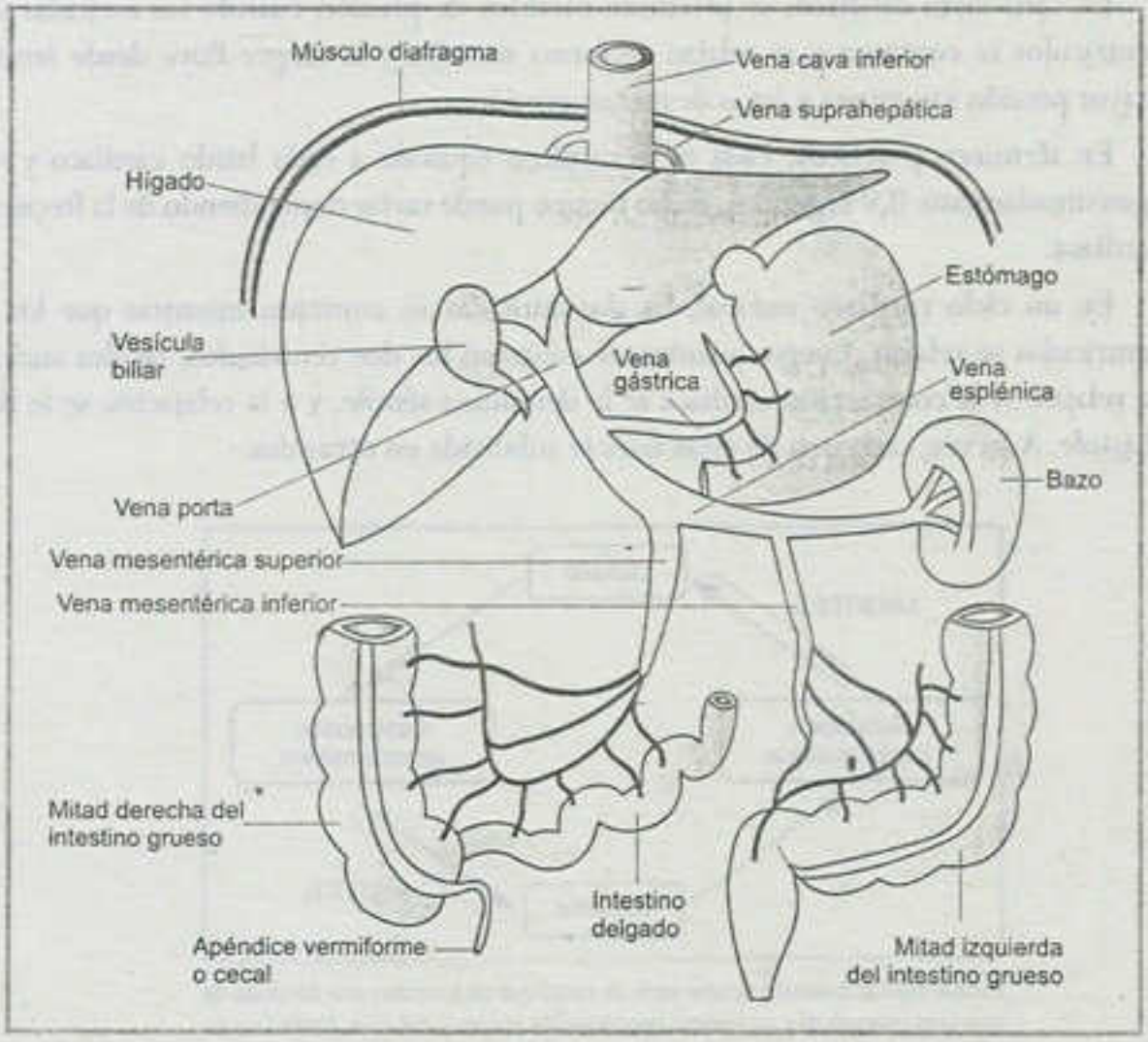
El término **circulación porta** se refiere al flujo de sangre venosa del sistema digestivo por el hígado, antes de que retorne al corazón. La sangre de la circulación porta tiene un alto contenido de nutrientes recién absorbidos en el intestino delgado. El hígado se encarga de regular

la concentración de dichos nutrientes, antes de que entren a la circulación general, almacena sustancias digeridas, como la glucosa, desintoxica sustancias nocivas absorbidas y destruye bacterias por fagocitosis.

Esta circulación incluye venas que drenan sangre del páncreas, estómago, bazo, intestinos y la vesícula biliar. La vena porta está formada por la unión de las venas mesentérica superior y esplénica.

La **vena mesentérica superior** recibe sangre del intestino delgado y algunas partes del grueso y el estómago, mientras que la **vena esplénica** drena el bazo y recibe tributarias del estómago, páncreas y algunas porciones del colon. Las tributarias del estómago son las venas gástrica, pilórica y gastroepiploica. Las venas pancreáticas nacen en el páncreas, mientras que las venas mesentéricas inferiores provienen de algunas partes del colon.

Antes de que la vena porta entre al hígado, recibe a la vena cística de la vesícula biliar y algunas otras. Luego, la sangre sale del hígado por las venas hepáticas que desembocan en la vena cava inferior.



Venas de la circulación porta

FISIOLOGÍA CARDIOVASCULAR

Es el estudio del funcionamiento del sistema cardiovascular, comprende el estudio de la fisiología del corazón y de los vasos sanguíneos.

1 FISIOLOGÍA CARDÍACA

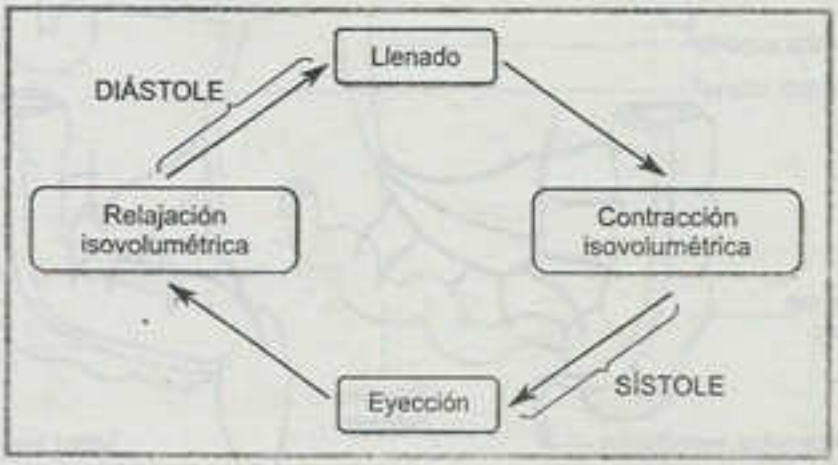
1.1. CICLO CARDÍACO

Se le define como un conjunto de fenómenos eléctricos, mecánicos, hemodinámicos y acústicos que se producen dentro del corazón en forma rítmica e ininterrumpida, con el fin de bombear la sangre y hacerla circular por los vasos sanguíneos.

En cada ciclo cardíaco, se producen cambios de presión cuando las aurículas y los ventrículos se contraen y se relajan de forma sucesiva y la sangre fluye desde áreas de mayor presión sanguínea a áreas de menor presión.

En términos prácticos, cada ciclo cardíaco equivale a cada latido cardíaco y dura aproximadamente 0,9 segundos, dicho tiempo puede variar dependiendo de la frecuencia cardíaca.

En un ciclo cardíaco normal, las dos aurículas se contraen mientras que los dos ventrículos se relajan. Luego, mientras se contraen los dos ventrículos, las dos aurículas se relajan. A la contracción cardíaca se le denomina sístole, y a la relajación se le llama diástole. A su vez, cada una de estas fases se subdivide en otras dos.



El ciclo cardíaco consta de una serie de fases que se suceden una después de otra presentando dos momentos denominados sístole y diástole. Cada una de ellas se subdivide en otras dos fases.

1.1.1. Llenado

Durante esta fase, la sangre va a pasar de aurículas a ventrículos debido a que entre ellas existe una gradiente de presiones, siendo mayor la presión a nivel de aurículas ya que allí se encuentra la mayor cantidad de sangre; esto produce la apertura de las válvulas aurículo - ventriculares. Esta fase se realiza, a su vez, en tres etapas: llenado rápido, llenado lento o diástasis y contracción auricular (sístole auricular). En las dos primeras etapas se llena el 70% de las capacidades ventriculares y en la contracción auricular el 30%, restante.

1.1.2. Contracción isovolumétrica

Al estar llenos de sangre, los ventrículos empiezan a contraerse produciendo una elevación en su presión, con lo cual la sangre tiende a regresar a las aurículas, cerrándose las válvulas aurículo-ventriculares. En esta fase, no entra ni sale sangre de los ventrículos, por tanto, el volumen ventricular continúa siendo el mismo (isovolumétrica), el ventrículo se llena con 120 ml de sangre aproximadamente (volumen telediastólico)[3].

1.1.3. Eyección

Se inicia cuando la presión ventricular supera a la presión arterial, lo cual provoca la apertura de las válvulas sigmoideas y la salida de sangre con fuerza hacia las arterias, las cuales dilatan sus paredes debido a que presentan fibras elásticas. El volumen de sangre que sale de cada ventrículo en cada eyección se denomina **volumen sistólico** o de eyección y su valor es de aproximadamente 70 ml.

1.1.4. Relajación isovolumétrica

Cuando el volumen de eyección es expulsado, los ventrículos proceden a relajarse, por eso la presión disminuye bruscamente y nuevamente la presión arterial es mayor que la ventricular. Simultáneamente las paredes arteriales retornan a su diámetro inicial actuando como una segunda bomba y la sangre tiende a regresar a los ventrículos, lo cual provoca el cierre y vibración de las válvulas sigmoideas. En esta fase, no entra ni sale sangre de los ventrículos.

[3] "Durante la diastole, el llenado ventricular normalmente eleva el volumen de cada ventrículo a unos 110 a 120 ml. Este volumen diastólico final se conoce como el volumen *Telediastólico*". *Tratado de fisiología médica*. Guyton, Arthur. Pág. 121

LLENADO

Presiones: P. aurículas > P. ventrículos
Válvulas A–V: ABIERTAS
Válvulas sigmoideas: CERRADAS
Duración: 0,5 segundos

CONTRACCIÓN ISOVOLUMÉTRICA

Presiones: P. aurículas < P. ventrículos
Válvulas A–V: CERRADAS
Válvulas sigmoideas: CERRADAS
Duración: 0,1 segundo

RELAJACIÓN ISOVOLUMÉTRICA

Presiones: P. ventrículos < P. arterias
Válvulas A–V: CERRADAS
Válvulas sigmoideas: CERRADAS
Duración: 0,1 segundo

EYECCIÓN

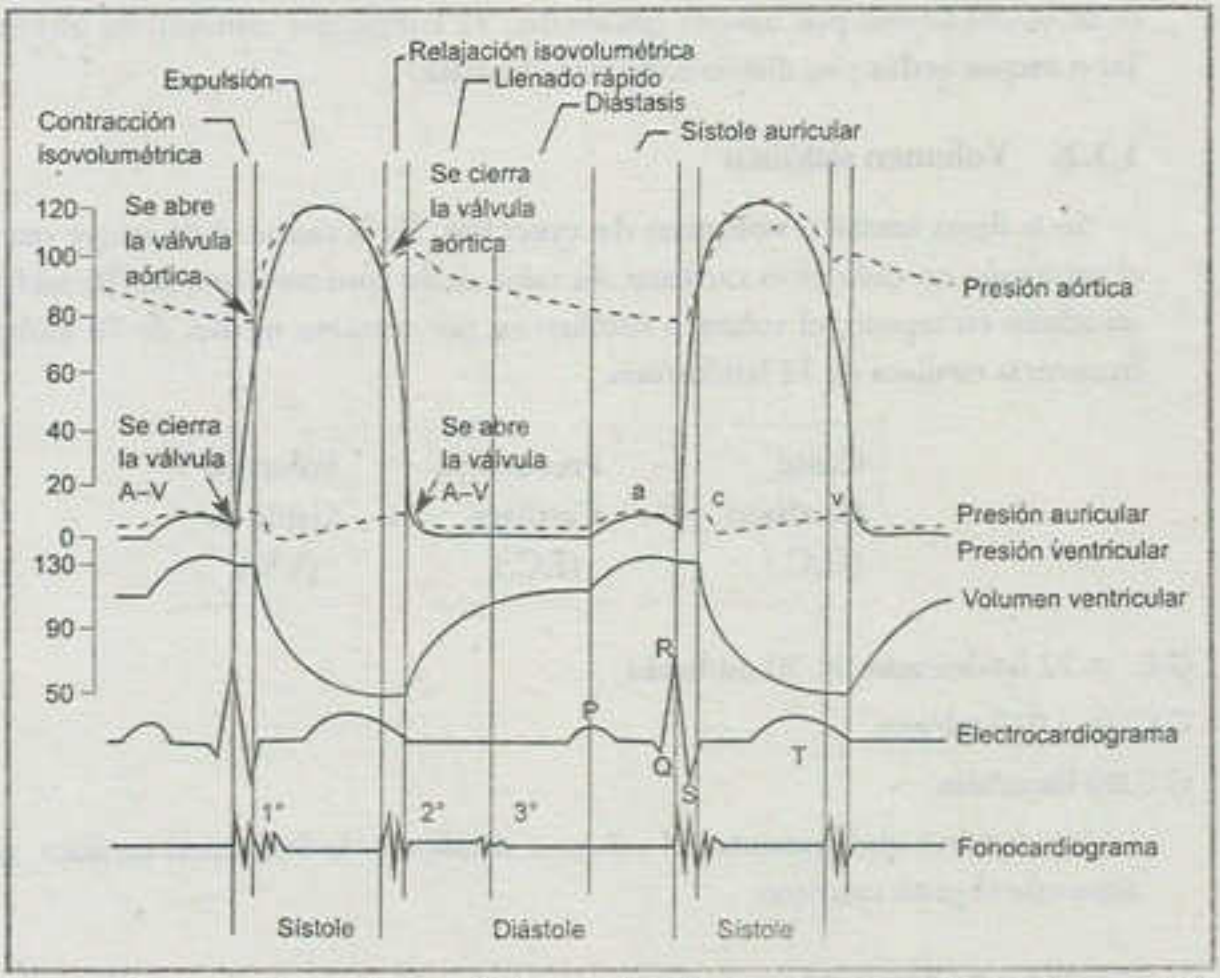
Presiones: P. ventrículos > P. arterias
Válvulas A–V: CERRADAS
Válvulas sigmoideas: CERRADAS
Duración: 0,2 segundo

Los cambios que ocurren en el corazón durante el ciclo cardiaco van a depender de las variaciones de presión que soportan sus cavidades, el cual provocará la apertura o cierre de las válvulas, ocasionando de este modo un ruido cardiaco.

1.2. RUIDOS CARDÍACOS[4]

El ruido cardiaco se debe principalmente a las vibraciones producidas por el cierre súbito de las válvulas cardíacas. Existen cuatro ruidos cardíacos. Sin embargo, en un corazón sano sólo el primer y segundo ruido son suficientemente fuertes como para oírlos con un estetoscopio.

- **Primer ruido:** Se produce por el cierre y vibración de las válvulas aurículo-ventriculares. Ocurre al inicio de la contracción isovolumétrica. Es más alto y un poco más duradero que el segundo ruido.
- **Segundo ruido:** Se produce por el cierre y vibración de las válvulas sigmoideas, ocurre al inicio de la relajación isovolumétrica. El segundo ruido es más corto y no tan alto como el primero.



Componentes de un electrocardiograma. Cada una de las ondas que aparecen en el electrocardiograma (EKG) son señales de cambios eléctricos en el músculo cardiaco. El gráfico corresponde a un ciclo cardiaco completo y normal. Un EKG se grafica en un papel milimetrado.

[4] "Los soplos son ruidos anormales que se escuchan en varias partes del sistema vascular. El flujo sanguíneo es laminar y no turbulento hasta alcanzar una velocidad crítica. El flujo laminar es silencioso, pero el flujo turbulento crea ruidos. El flujo sanguíneo se acelera cuando una arteria o una válvula cardiaca se estrechan". *Fisiología médica*. Ganong, William. Pág. 632

- **Tercer ruido:** Se produce por el cierre y vibración de las paredes ventriculares, durante el llenado rápido. Normalmente no es audible, pudiéndose escuchar en recién nacidos y en personas delgadas.
- **Cuarto ruido:** Se produce durante la contracción auricular (sístole auricular). Este ruido no se debe escuchar normalmente, es decir, siempre es patológico.

1.3. GASTO CARDÍACO

Se llama también **débito cardíaco o volumen minuto**, y se define como el volumen de sangre que expulsa cada ventrículo por minuto. Su valor depende de dos factores:

1.3.1. Frecuencia cardíaca

Es el número de latidos o ciclos cardíacos que efectúa el corazón por minuto. Su valor es de 60-80 latidos por minuto (promedio, 72 latidos por minuto). Su incremento se llama **taquicardia** y su disminución **bradicardia**.

1.3.2. Volumen sistólico

Se le llama también **volumen de eyección**. Es la cantidad de sangre que expulsa el ventrículo en cada ciclo cardíaco. Su valor es de aproximadamente 70 ml/latido. En un adulto en reposo, el volumen sistólico es, por término medio, de 70 ml/latido y la frecuencia cardiaca de 72 latidos/min.

Gasto Cardíaco (G.C.)	=	Frecuencia Cardíaca (F.C.)	×	Volumen Sistólico (V.S.)

G.C. = 72 latidos/min. × 70 ml/latido

G.C. = 5,040 ml/min

G.C.≅5 litros/min

Los factores que aumentan el volumen sistólico y la frecuencia cardíaca, tienden a aumentar el gasto cardíaco.

1.4. ELECTROCARDIOGRAMA (EKG)

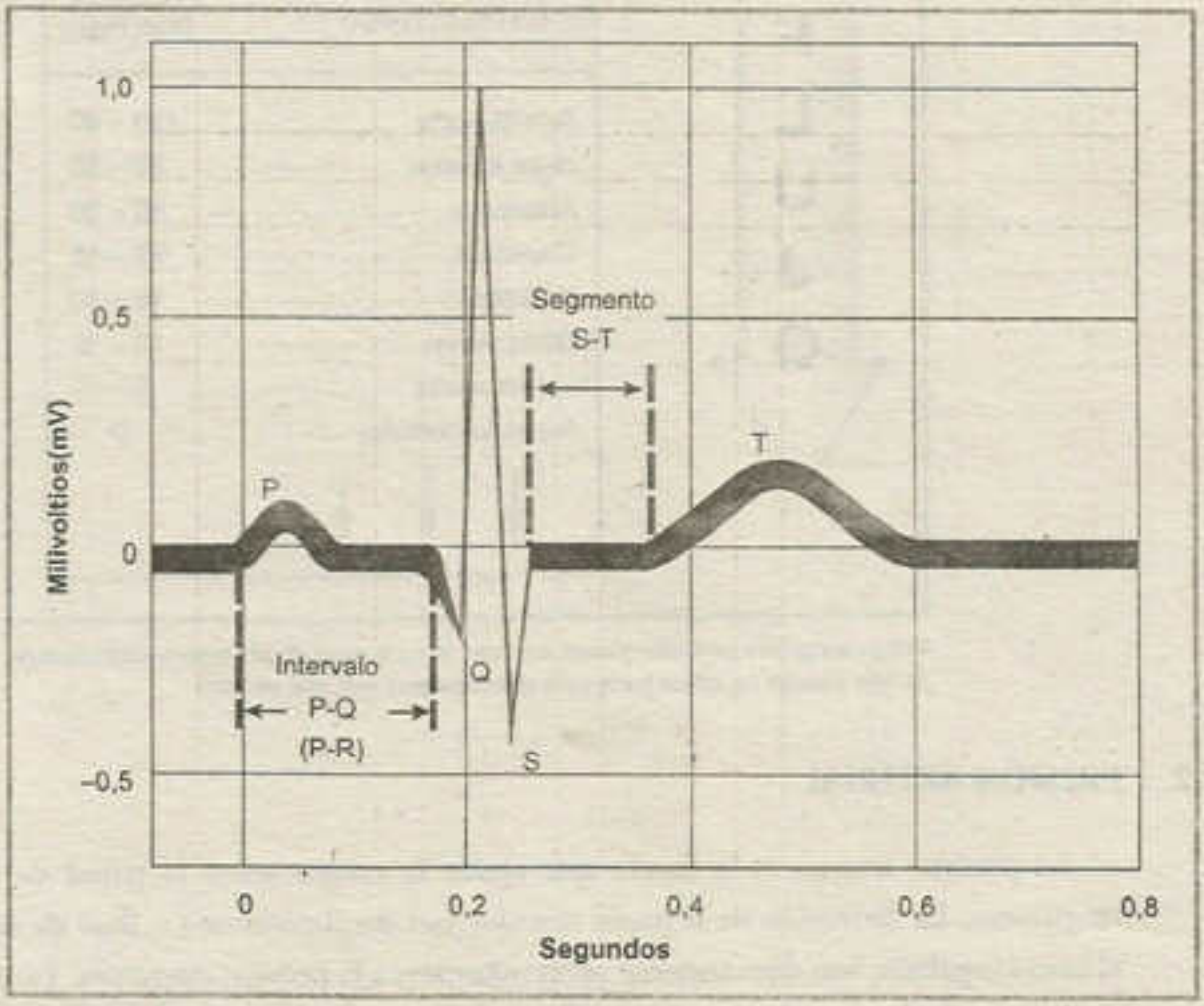
La conducción de impulsos o potencial de acción a través del corazón genera corrientes eléctricas que pueden detectarse en la superficie corporal. El registro de estos cambios eléctricos, que acompañan a cada ciclo cardíaco (latido cardíaco), recibe el nombre de electrocardiograma (EKG). El EKG es un conjunto de potenciales de acción producidos

por todas las fibras musculares cardíacas durante cada latido. Estos cambios se registran en un instrumento llamado electrocardiógrafo. Para ello, se colocan electrodos en la superficie de la piel de brazos, piernas y tórax.

El trazado normal de un EKG consta de tres componentes:

- ONDA P: Es una onda pequeña hacia arriba. Representa la despolarización auricular, la cual se propaga desde el nódulo sinusal a través de ambas aurículas. La onda P precede a la contracción auricular.
- Complejo QRS: Representa la despolarización ventricular, es decir, viene a ser la propagación de la onda de excitación eléctrica a través de los ventrículos. El complejo QRS precede a la contracción ventricular.
- ONDA T: Representa la repolarización ventricular y tiene lugar justo antes de que los ventrículos empiecen a relajarse.

Generalmente, la repolarización auricular no es evidente en el EKG debido a que se encuentra oculta bajo el complejo QRS.

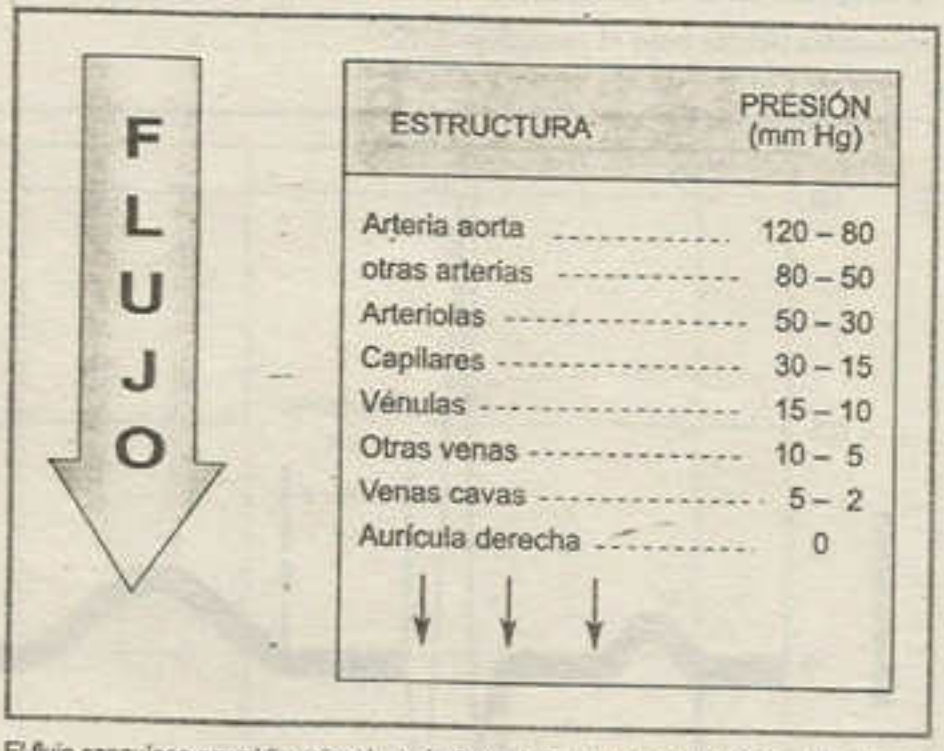


Componentes de un electrocardiograma. Cada una de las ondas que aparecen en el electrocardiograma (EKG) son señales de cambios eléctricos en el músculo cardíaco. El gráfico corresponde a un ciclo cardíaco completo y normal. Un EKG se grafica en un papel milimetrado.

2 FISIOLOGÍA CIRCULATORIA

2.1. FLUJO SANGUÍNEO

El flujo sanguíneo viene a ser la cantidad de sangre que pasa a través de un vaso sanguíneo en un período determinado. El flujo de sangre está determinado por dos factores principales: a) la presión arterial y b) la resistencia (oposición) o fuerza de fricción que aparece a medida que la sangre se desplaza por los vasos sanguíneos. La sangre fluye desde regiones de mayor presión a regiones de menor presión; cuanto mayor sea la diferencia de presiones, mayor será el flujo sanguíneo. Por el contrario, cuanto mayor sea la resistencia, menor será el flujo.



El flujo sanguíneo es unidireccional, es decir, va de la zona de alta presión hacia la zona de baja presión. La arteria aorta es la que soporta la más alta presión.

2.2. PRESIÓN ARTERIAL

La presión arterial es la fuerza que ejerce la sangre sobre la pared de los vasos sanguíneos. La distensión de la pared vascular y el desplazamiento o flujo de sangre por el vaso sanguíneo, son directamente proporcionales a la presión sanguínea. En el sistema cardiovascular, la presión arterial se produce por acción de la bomba cardíaca (contracción de los ventrículos).

Si el gasto cardíaco aumenta a causa de un incremento del volumen sistólico o de la frecuencia cardíaca, la presión arterial se eleva[5]. De la misma forma, la disminución del gasto cardíaco produce un descenso de la presión arterial. El gasto cardíaco y, por tanto, la presión arterial dependen también del volumen sanguíneo total que exista en el sistema cardiovascular. Es así que si disminuye este volumen, por ejemplo, en caso de hemorragias, se reduce el flujo de sangre y la consecuencia es una caída de la presión arterial.

La presión arterial se mide casi siempre en milímetros de mercurio (mmHg). Es un fenómeno oscilante periódico que pasa en cada ciclo cardíaco, por un valor máximo durante la sístole cardíaca (presión arterial sistólica) que corresponde a la repleción más intensa del árbol arterial, y un valor mínimo durante la diástole cardíaca (presión arterial diastólica) que corresponde a la fuerza de la sangre en las arterias durante la relajación ventricular.

La presión arterial normal, tomada en la arteria aorta de un adulto joven en reposo, es de unos 120 mmHg de presión sistólica y 80 mmHg de presión diastólica.

	ARTERIA AORTA	ARTERIA PULMONAR
Presión sistólica	120 mm Hg	21 mm Hg
Presión diastólica	80 mm Hg	8 mm Hg

2.3. RESISTENCIA PERIFÉRICA

La resistencia es la oposición que encuentra la sangre para fluir dentro de los vasos sanguíneos. La resistencia vascular sistémica (resistencia periférica total) se refiere a la resistencia que ofrecen los vasos sanguíneos periféricos. La mayor parte de esta resistencia se debe a las arteriolas, capilares y vénulas. Como el diámetro de las arterias y de las venas es grande, su resistencia es muy pequeña (cuanto menor sea el diámetro de un vaso, mayor será la resistencia de dicho vaso al paso de la sangre).

Una función principal de las arteriolas consiste en controlar la resistencia vascular sistémica (y, por tanto, regulan la presión arterial y el flujo sanguíneo de cada uno de los tejidos), a través de sus mecanismos de vasoconstricción y vasodilatación.

[5] "La hipertensión con su vasculopatía aterosclerótica asociada, es una causa frecuente de muerte. La mayor parte de las patologías relacionadas con la hipertensión se atribuyen al mayor riesgo de transtornos cardiovasculares tales como crisis cardíaca, angina de pecho y oclusión de la aorta abdominal o sus ramas". *Histología, texto y atlas color*. Ross. Romrell. Pág. 306

2.4. RETORNO VENOSO

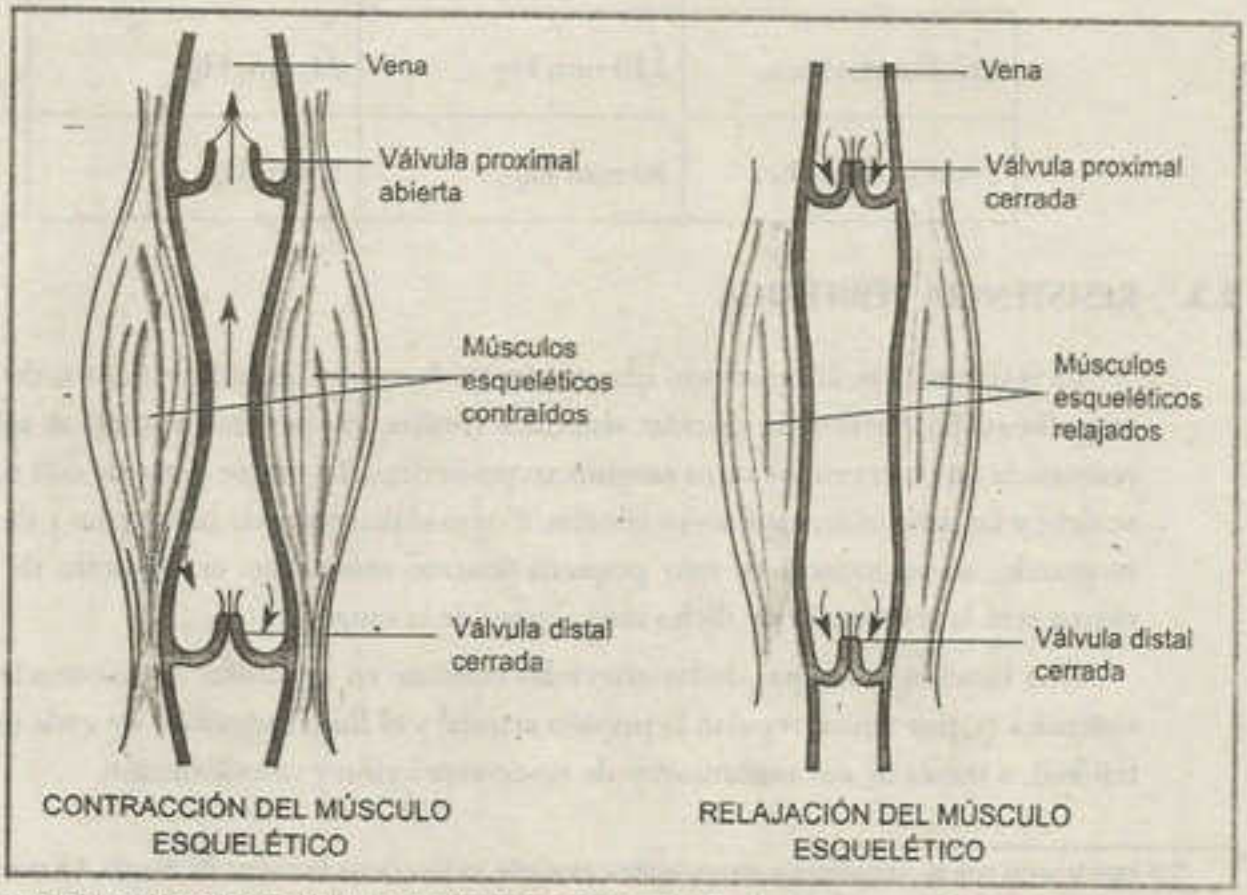
Es el volumen de sangre que fluye por el sistema venoso de regreso hacia el corazón (hacia la aurícula derecha). Depende de la diferencia de presión existente entre las vénulas y la aurícula derecha. Además, existen fuerzas responsables del retorno venoso:

2.4.1. Sistema de bombeo del músculo esquelético

La contracción de los músculos esqueléticos de las piernas presionan las venas que corren a través de ellos, lo cual aumenta la presión de la sangre venosa y facilita la apertura de las válvulas venosas proximales conduciendo la sangre en dirección del corazón.

2.4.2. Sistema de bombeo respiratorio

Durante la inspiración, el diafragma se mueve hacia abajo, lo que crea una disminución de la presión en la cavidad torácica y un aumento de la presión en la cavidad abdominal. El resultado es que asciende el volumen de sangre, que pasa de las venas abdominales comprimidas a las venas torácicas descomprimidas. Cuando las presiones se invierten durante la espiración, las válvulas venosas impiden el retroceso de la sangre.



Función del músculo esquelético y de las válvulas venosas en relación al retorno venoso. El retorno de sangre hacia el corazón se ve favorecido por la contracción del músculo esquelético y la acción de las válvulas venosas.

2.5. REGULACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL

2.5.1. Regulación nerviosa

Para el control de la presión arterial y del flujo sanguíneo, el sistema nervioso se ha constituido de tres elementos:

A. Receptores

Captan la información sensitiva y son de dos tipos:

- **Barorreceptores:** Son fibras nerviosas que responden a los cambios de presión o a la distensión de la pared vascular arterial. Están localizadas en las paredes de las arterias, venas y aurícula derecha, siendo la arteria aorta y la arteria carótida las más sensibles.
- **Quimiorreceptores:** Son fibras nerviosas sensibles a ciertas sustancias químicas de la sangre. Captan los cambios en la concentración de O_2, CO_2 y de H^+. Están ubicados cerca de los barorreceptores de las arterias aorta y carótida.

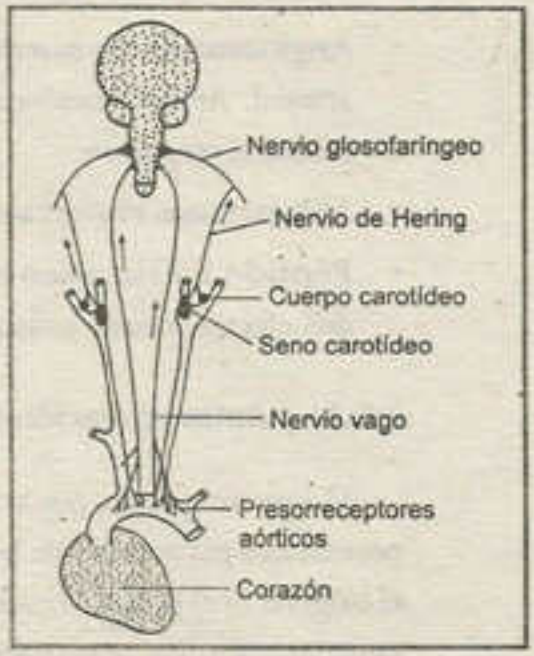


Diagrama de los barorreceptores que intervienen en la regulación de las presiones dentro del sistema circulatorio

Estos receptores envían impulsos nerviosos aferentes al centro cardiovascular.

B. Centro cardiovascular

Es una región ubicada en el bulbo raquídeo del tronco encefálico. Está conformado por grupos de neuronas que regulan la frecuencia cardíaca, la contractilidad de los ventrículos y el diámetro de los vasos sanguíneos (vasodilatación y vasoconstricción).

C. Fibras nerviosas eferentes

Transmiten los impulsos nerviosos desde el centro cardiovascular hacia los efectores (corazón y vasos sanguíneos). Estos impulsos viajan por fibras simpáticas y parasimpáticas del sistema nervioso vegetativo. Por ejemplo, la estimulación simpática del corazón aumenta la frecuencia cardíaca y la contractilidad. Asimismo, los impulsos parasimpáticos son conducidos por el nervio vago (X par craneal) y reduce la frecuencia cardíaca. Existen nervios vasomotores simpáticos que envían impulsos continuos al músculo liso de las paredes de los vasos sanguíneos produciendo vasoconstricción y vasodilatación.

2.5.2. Regulación hormonal

Son varias las hormonas que intervienen en la regulación de la presión arterial y del flujo sanguíneo. Para ello, actúan sobre el corazón, alterando el diámetro de los vasos sanguíneos o ajustando el volumen sanguíneo total. Por ejemplo:

- **Adrenalina y noradrenalina:** Provocan aumento de la presión arterial, ya que aumentan la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción cardíaca, provocando, además, vasoconstricción.
- **Angiotensina II y hormona antidiurética (ADH):** Producen aumento de la presión arterial. Ambas hormonas provocan vasoconstricción. La ADH además aumenta el volumen sanguíneo.
- **Aldosterona:** Provoca aumento de la presión arterial al aumentar el volumen sanguíneo.
- **Péptido natriurético auricular (PNA):** Disminuye la presión arterial a través de dos efectos: provoca vasodilatación y disminución del volumen sanguíneo.

2.5.3. Autorregulación (control local)

El vaso sanguíneo, por sí mismo, es capaz de regular el flujo sanguíneo para cubrir las necesidades particulares de los tejidos que irriga. En la mayoría de los tejidos del organismo, el oxígeno es el principal estímulo para la autorregulación. Las células endoteliales del vaso sanguíneo son las principales responsables de esta autorregulación, ya que sintetizan y liberan factores vasoactivos con acción en el músculo liso del vaso sanguíneo.

2.6. PULSO ARTERIAL

Viene a ser la expansión y rebote elástico alternado de las arterias que se sincronizan con la sístole ventricular. Es más intenso en las arterias situadas más cerca del corazón y se debilita conforme pasan a las arterias más distales.

El pulso puede palparse en cualquier arteria superficial, siendo la arteria radial (en la muñeca) la más utilizada. Normalmente, la frecuencia del pulso es igual a la frecuencia cardíaca. En una persona adulta en reposo es de 70 a 80. El aumento en su frecuencia se llama taquisfigmia y su disminución, bradisfigmia.

2.7. CIRCULACIÓN SANGUÍNEA

Consiste en el flujo de sangre a través de los vasos sanguíneos. Este flujo sanguíneo se desplaza de las áreas de mayor presión a las de menor presión. La circulación en el ser humano tiene las siguientes características:

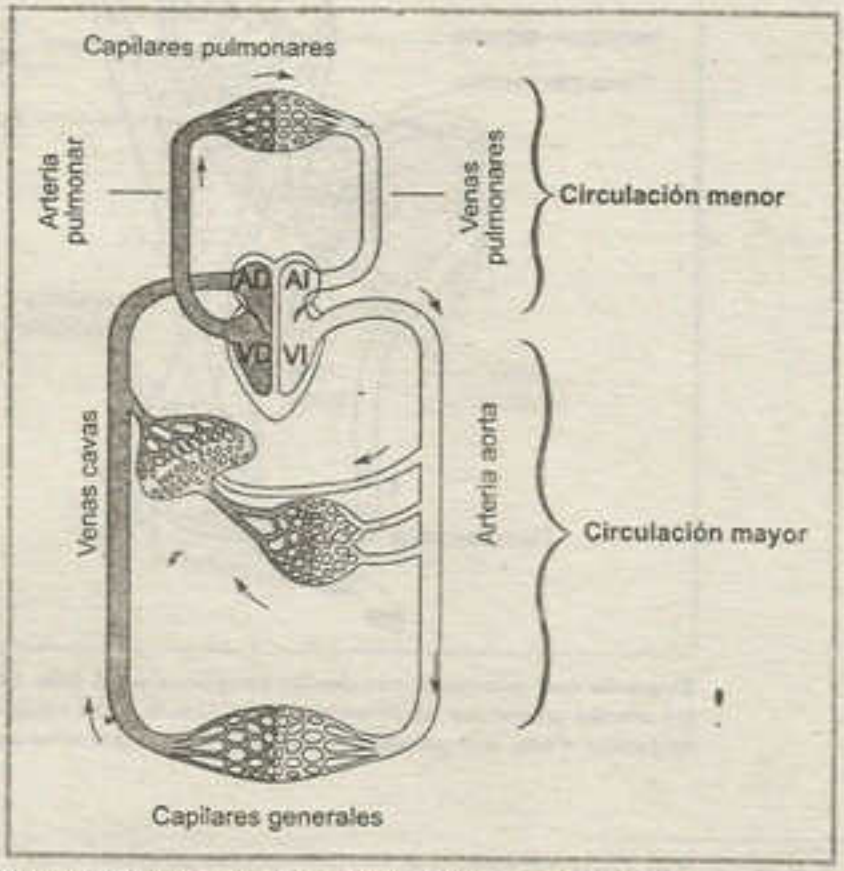
- **Es cerrada**, porque la sangre circula dentro de un sistema cerrado de vasos sanguíneos. Las arterias se comunican con las venas a través de los capilares.
- **Es completa**, porque no existe mezcla entre la sangre arterial (oxigenada) y la sangre venosa (poco oxigenada).
- **Es doble**, porque la sangre fluye por dos circuitos (circulación mayor y menor).

2.7.1. Circulación mayor

Se llama también **sistémica o general**. Se inicia en el ventrículo izquierdo por medio de la **arteria aorta** y termina en la aurícula derecha por medio de las **venas cavas**. Su función es aportar oxígeno y nutrientes a los tejidos, así como extraer anhídrido carbónico y desechos de ellos.

2.7.2. Circulación menor

Se llama también **pulmonar**. Se inicia en el ventrículo derecho por medio del **tronco arterial pulmonar** y termina en la aurícula izquierda por medio de las **venas pulmonares**. Su función es oxigenar la sangre, es decir, transformar la sangre venosa en sangre arterial. Este fenómeno ocurre en los alveolos pulmonares y se denomina **hematosis**.



Se aprecia los dos tipos de circulación. Mientras la circulación mayor oxigena a los tejidos, la circulación menor oxigena la sangre.

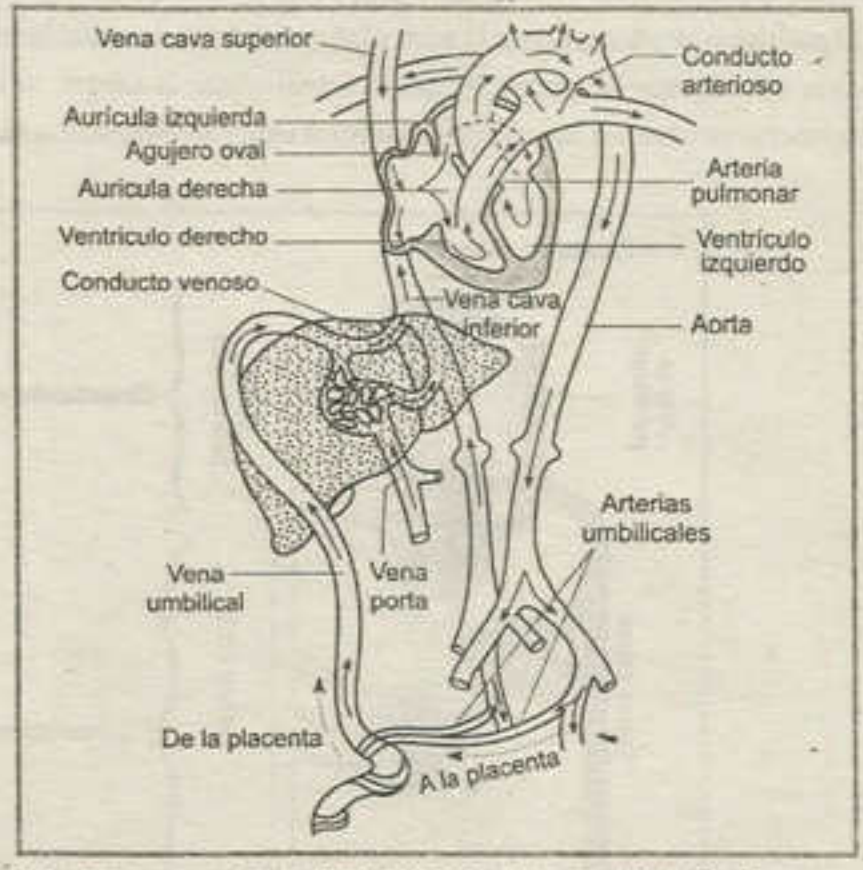
2.8. CIRCULACIÓN FETAL

twitter.com/calapenshko

La circulación sanguínea en el feto debe estar organizada y dispuesta para actuar en forma distinta a la del adulto y es, por ello, que debe bombear una gran cantidad de sangre a la placenta.[6]

El feto recibe de su madre el aporte sanguíneo con oxígeno y nutrientes. La sangre fetal realiza el intercambio nutritivo y de oxígeno con la sangre materna a nivel de la placenta. De la placenta, la sangre oxigenada parte por la vena umbilical hacia el hígado fetal, donde una parte de la sangre se deriva por el conducto venoso (de Arancio) hacia la vena cava inferior, esta sangre luego llega a la aurícula derecha donde la mayor parte de esta sangre pasa a la aurícula izquierda a través del agujero de Botal (u oval), esta sangre pasa posteriormente al ventrículo izquierdo y la arteria aorta distribuye esta sangre oxigenada a los tejidos.

La mayor parte de la sangre venosa, que proviene de la vena cava superior, pasa al ventrículo derecho y es expulsada a la arteria pulmonar. Como la resistencia en los pulmones es alta, la mayor parte de la sangre de la arteria pulmonar se deriva a la arteria aorta por medio del conducto arterioso.



Esquema que muestra la circulación sanguínea en el feto. Obsérvese que las arterias umbilicales sacan sangre desoxigenada y las venas traen sangre oxigenada al feto, este proceso es inverso a lo que ocurre en el adulto.

[6] "La placenta es el pulmon fetal, su porción materna es en efecto un seno sanguíneo grande; al interior de este lago hacen proyecciones las vellosidades de la porción fetal que contienen las ramas pequeñas de las arterias y venas umbilicales fetales. El O_2 es captado por la sangre fetal y el CO_2 descargado en la circulación materna". *Fisiología médica*. Ganong, William. Pág. 696

Lectura 1

Enfermedades cardiovasculares

Las enfermedades cardiovasculares, incluyendo los infartos al miocardio, los accidentes vasculares cerebrales y la insuficiencia cardiaca congestiva, son la principal causa de muerte en Estados Unidos, matan a cerca de 1 millón de estadounidenses cada año. Considere el estrés bajo el que tiene que funcionar constantemente su sistema circulatorio. Se espera que su corazón se contraiga vigorosamente más de 2500 millones de veces durante la vida, sin descanso alguno. También se espera que impulse la sangre a través de una serie de vasos cuya longitud total podría rodear dos veces el globo terráqueo. Agregue la posibilidad de que la red compleja de vasos puede reducirse, debilitarse o taparse debido a un sinnúmero de razones, y resulta fácil ver porqué el sistema cardiovascular es el principal candidato para presentar alteraciones funcionales.

Asesinos ocultos: hipertensión y arteroscleroSis

La presión arterial alta, también llamada **hipertensión**, generalmente la origina la reducción de las arteriolas, que causan mayor resistencia al flujo sanguíneo. En la mayoría de los 50 millones de estadounidenses afectados por esta condición, se desconoce la causa de esta reducción. La herencia parece tener un papel importante. Para algunos individuos que están predispuestos a presentar hipertensión, la ingesta elevada de sal en la dieta y la obesidad la pueden agravar. Aunque la presión arterial normal tiende a aumentar con la edad, un límite aproximado para las lecturas de presión arterial elevada es el de 140/90.

La presión arterial alta da pocas señales de advertencia, pero afecta al sistema cardiovascular de varias formas insidiosas. En primer lugar, somete a un esfuerzo al corazón debido al incremento de la resistencia al flujo sanguíneo. Aunque el corazón se puede agrandar en respuesta a esta demanda agregada, su propio aporte sanguíneo puede no aumentar proporcionalmente. Por ello el miocardio no recibe un aporte adecuado de sangre, especialmente durante el ejercicio. La falta de oxígeno suficiente en el corazón puede ocasionar dolor en un pecho que recibe el nombre de **angina de pecho**.

En segundo lugar, la presión arterial alta, contribuye al "endurecimiento de las arterias" o arteroscleroSis, que se describe un poco más adelante. En tercer lugar, la presión arterial alta, junto con el endurecimiento de las arterias, puede ocasionar la ruptura de una arteria y un sangrado interno. La ruptura de los vasos que nutren al cerebro ocasiona un accidente vascular cerebral, que consiste en una pérdida de la función cerebral en el área desprovista de sangre, y del oxígeno vital y de los nutrimentos que dicha sangre proporciona.

La hipertensión puede tratarse de varias maneras. La hipertensión leve puede aliviarse con una reducción de peso, con ejercicio y, en ocasiones, con una reducción de la sal en la dieta. Las terapias de reducción de estrés como las técnicas de relajación, meditación y biorretroalimentación también resultan de utilidad. Para los casos más graves, se prescriben fármacos. Éstos incluyen diuréticos, que aumentan la diuresis y disminuyen el volumen sanguíneo, medicamentos que disminuyen la frecuencia cardíaca y otros que ocasionan dilatación (expansión) de las arterias y arteriolas.

La arteriosclerosis, (que proviene de la palabra griega *athero*, que significa "atole" o "pasta" y *scleros*, que significa "duro") ocasiona pérdida de la elasticidad en las grandes arterias y engrosamiento de sus paredes. El engrosamiento se debe a depósitos de compuestos de colesterol llamados placas y otras sustancias grasas, así como calcio y fibrina. Estas placas se depositan dentro de la pared de la arteria entre la célula del músculo liso y la célula endotelial que limita el vaso.

Ocasionalmente la placa se rompe en la capa limitante del interior del vaso. Esta ruptura estimula que las plaquetas inicien la coagulación sanguínea. Ésta obstruye posteriormente la arteria y puede taparla completamente. Los coágulos arteriales son responsables de las consecuencias más graves de la arteriosclerosis: infartos al miocardio y accidentes vasculares cerebrales.

Un infarto al miocardio se presenta cuando una de las arterias coronarias (arterias que nutren al músculo cardiaco) se obstruye. Si un coágulo se desprende, puede transportarse a una parte más angosta de la arteria, y obstruir el flujo sanguíneo. Si se desprovee al músculo cardíaco de nutrimentos y oxígeno, esta parte, que antes era irrigada por la arteria obstruida, muere rápidamente. Si el área dañada es pequeña, el paciente puede recuperarse, pero la muerte de grandes áreas del músculo cardíaco casi siempre es fatal de manera instantánea. Aunque los infartos al miocardio son la principal causa de muerte producida por la arteriosclerosis, esta enfermedad ocasiona que se formen placas y coágulos en las arterias en todo el cuerpo. Si un coágulo o una placa obstruyen una arteria que nutre al cerebro, esto puede ocasionar un accidente vascular cerebral, el cual da como resultado un cuadro similar al ocasionado por la ruptura de una arteria.

Al igual que con la hipertensión, la causa exacta de la arteriosclerosis aún no está clara, pero varios factores la pueden ocasionar. Estos factores comprenden la hipertensión, el tabaquismo, la predisposición genética, la obesidad, la diabetes, una vida sedentaria y concentraciones sanguíneas elevadas de un tipo de colesterol que se une a una molécula transportadora, llamada lipoproteína de baja densidad (LDL, low-density lipoprotein). Si las concentraciones de LDL, unido al colesterol son muy elevadas, el colesterol puede depositarse en las paredes arteriales. Por el contrario, el colesterol unido a la lipoproteína de densidad elevada (HDL, high-density lipoprotein) se metaboliza o elimina y por lo tanto con frecuencia recibe el nombre de colesterol "bueno".

Si se hace ejercicio de manera regular, se controla el peso corporal, se evita el tabaquismo y se disminuye el colesterol y las grasas saturadas en la dieta, uno puede disminuir de manera importante el riesgo de desarrollar arteriosclerosis. La moderación en el consumo de grasas saturadas animales y de otro origen también es importante debido a que hallazgos recientes relacionan la ingesta elevada de estas sustancias con las concentraciones séricas elevadas de colesterol.

El tratamiento tradicional para la arteriosclerosis incluye el uso de fármacos para disminuir la presión arterial y las concentraciones de colesterol sérico. En casos extremos, la nitroglicerina se utiliza para dilatar los vasos sanguíneos y aliviar el dolor de la angina de pecho causado por la reducción de las arterias coronarias. La cirugía de derivación consiste en la derivación de una arteria coronaria obstruida o su reemplazo con un pedazo de vena, generalmente obtenido de la pierna del paciente.

Aunque la prevención es con mucho la estrategia más exitosa y costosa, están en desarrollo otros tratamientos de alta tecnología para combatir la arteroscleroses. Los coágulos sanguíneos con frecuencia se disuelven mediante la inyección de una enzima, estreptocinasa, u otro fármaco, el TPA (*tissue plasminogen activator*. activador del plasminógeno tisular) dentro de la arteria coronaria. Ambos funcionan estimulando la producción de una enzima que rompe la fibrina, la proteína que favorece la formación del coágulo. Cuando se efectúan inmediatamente, después de la presentación de un infarto al miocardio, este tratamiento puede incrementar significativamente las posibilidades de sobrevivencia del paciente.

Otro procedimiento implica deshacer las placas que se encuentran en las paredes arteriales insertando en el interior de la arteria obstruida un tubo hueco con un pequeño globo unido al extremo. El globo se infla, destruyendo los depósitos de grasa y restableciendo el flujo sanguíneo. De manera alternativa, en la arteria que contenga el coágulo se puede introducir un tubo que contenga un rayo láser o un pequeño taladro. El láser vaporiza las placas. El taladro las elimina. Se espera que estas nuevas técnicas, junto con los cambios en la dieta y el estilo de vida, disminuyan significativamente la frecuencia de muertes tempranas producidas por la arteroscleroses.

Fuente: *Biología*. Audesirk. Pág. 28

Lectura 2

Marcapasos

El marcapasos es un aparato que imparte al corazón pequeños impulsos eléctricos de unos 5 V de tensión y una duración de 1 ms, aproximadamente al ritmo deseado. El marcapasos se implanta en la pared torácica, llevando desde aquí un fino cable hasta el corazón; los electrodos del extremo del cable transmiten el impulso eléctrico al corazón. Estos electrodos pueden tener dos ubicaciones.

Intracardíaca: El cable se introduce en el corazón a través de una vena, como si fuese un catéter cardíaco, terminando en la pared del ventrículo derecho. En los marcapasos biventriculares modernos un segundo cable ancla en la aurícula derecha. Ventaja: no hay necesidad de abrir el tórax para la introducción de los electrodos. Desventaja: a pesar de introducir los electrodos bajo control radiológico, no siempre es factible la ubicación óptima.

Extracardíaca (en la superficie del corazón): Los electrodos se fijan en el epicardio. Ventaja: la posición de los electrodos puede determinarse con exactitud. Desventaja: la intervención es mucho más importante, efectuándose, por tanto, en el curso de otras intervenciones cardíacas o en caso de fracasar la introducción del catéter a través de las venas, así como en lactantes (diámetro vascular reducido).

En los marcapasos "reglados" se determina el momento del impulso eléctrico a través del ECG. Se regula por determinada parte del ECG (onda P, complejo QRS). En los marcapasos de control auricular se desencadena un sístole ventricular en un momento óptimo después de cada sístole auricular. Los marcapasos programados según las necesidades (marcapasos de Desmond) emiten impulsos solamente si no detectan actividad eléctrica propia alguna del corazón (sensing). En otros casos, los impulsos del marcapasos se inhiben o sincronizan por la propia actividad del corazón.

Los marcapasos pueden reciclarse después de la muerte del paciente, previa revisión técnica y esterilización. Los marcapasos con pilas de litio deben extraerse antes de proceder a la incineración, ya que dichas pilas pueden explosionar a temperaturas altas.

Un problema de la implantación del marcapasos es la correcta colocación de los electrodos. Su extremo debe encontrar un sólido apoyo en la pared del ventrículo derecho. El cable se introduce mediante un alambre conductor que garantiza una mayor rigidez, puesto que de otra manera el cable se enrollaría ya dentro de la vena.

Gracias a esta rigidez, el electrodo perfora sin esfuerzo la pared del ventrículo derecho, de un grosor de un centímetro aproximadamente. Este procedimiento no causa ninguna situación dramática que pueda poner en peligro la vida del paciente. Con frecuencia esto se detecta solamente porque al conectar el marcapasos hay una contracción convulsiva del diafragma en lugar del corazón. Entonces se retira el electrodo. El conducto de paso se cierra automáticamente. La pérdida de sangre por hemorragia intrapericárdiaca no suele sobrepasar los 20-40 ml y generalmente no es necesario abrir el tórax. De todos modos, hay que vigilar al paciente inmediatamente después de la intervención por una posible hemorragia intrapericárdica (riesgo del taponamiento cardíaco).

La perforación de la pared cardíaca aún es posible mucho tiempo después de la operación, en especial en los casos de no haber retirado el alambre conductor del cable. Se suele manifestar por la contracción espasmódica del diafragma.

Fuente: *Anatomía*. Lippert. Pág. 216-217

CAPÍTULO

VII

Sistema linfático e inmunitario

El gráfico representa el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). La infección por el VIH se ha extendido casi por todos los países del mundo. Entre los grupos de riesgos se mencionan a aquellas personas que tienen contacto (sexual o sanguíneo) con pacientes infectados. Así, se puede transmitir por vía sexual, transfusión sanguínea, etc.

CALAPINO

SISTEMA LINFÁTICO E INMUNITARIO

Capítulo VII

Objetivos

- *Conocer la función de cada órgano linfoide que compone el sistema linfático.*
- *Identificar la estrecha relación existente entre el sistema linfoide y la defensa inmunitaria del organismo.*
- *Diferenciar el sistema linfático del cardiovascular.*
- *Conocer el mecanismo por el cual, el sistema linfático interviene en la detección y destrucción de agentes extraños al organismo.*
- *Comprender que el sistema inmunológico es un mecanismo de defensa muy especializado del organismo.*

Introducción

El sistema linfático es una red de pequeños órganos; los ganglios linfáticos y los vasos linfáticos que transportan la linfa (solución que deriva del líquido intersticial que luego será llevado a la circulación sanguínea).

El sistema linfático no forma parte del sistema cardiovascular, es un sistema que se encarga de recoger el exceso de líquido intersticial, evitando de esta manera la formación del edema (hinchazón). El sistema linfático carece de una bomba como el corazón, por lo que el flujo de la linfa depende de la presencia de válvulas en el trayecto de los vasos linfáticos y, adicionalmente, por la presencia de fibras musculares lisas en dichos vasos.

El sistema inmunológico es el encargado de las defensas del cuerpo; tiene entre algunos de sus componentes a los ganglios linfáticos, timo y bazo. Así, protegen al cuerpo contra moléculas extrañas, bacterias, virus, células transformadas y otros microorganismos invasores.

Entre las células que componen el sistema inmunológico, tenemos a los linfocitos T, linfocitos B y células presentadoras de antígenos. Dichas células se forman en la médula ósea roja de los huesos.

SISTEMA LINFÁTICO

El sistema linfático está formado por un líquido llamado linfa, la cual circula por el interior de los vasos linfáticos, asimismo por órganos que contienen tejido linfático conformado por un gran número de linfocitos.

Los linfocitos se forman, maduran y se mantienen dentro de un conjunto de estructuras denominadas órganos linfoides, los cuales están constituidos por una variedad especial de tejido conectivo denominado tejido reticular.

El tejido reticular está formado por células reticulares y fibras reticulares; las primeras tienen múltiples prolongaciones citoplasmáticas, mientras que las últimas (producidos por las células) forman una red que sostiene a los elementos linfoides. Los órganos linfoides se **clasifican en primarios (centrales) y secundarios (periféricos)**.

1 Órganos linfoides primarios

Se denomina de esta manera a las estructuras que realizan mayoritariamente la linfopoyesis[1] es decir, la producción y maduración de los linfocitos.

Todos los linfocitos, en la vida post natal (después del nacimiento), son producidos en la médula ósea roja.

Los linfocitos T maduran en el timo, mientras que los linfocitos B maduran en la misma médula ósea roja. En los órganos linfoides primarios, los linfocitos adquieren receptores específicos que les servirán para reconocer a los antígenos de los agentes extraños.

Los órganos linfoides primarios son: la médula ósea roja y el timo.

1.1. MÉDULA ÓSEA ROJA

Es una estructura que se encuentra localizada, en forma dispersa, en el interior de los huesos, llegando a representar aproximadamente el 5% del peso corporal total. Está constituida por islotes o agrupaciones de células pluripotenciales (*stem cell*) con la capacidad de formar, durante la hematopoyesis, los distintos elementos formes de la sangre incluyendo todos los tipos de linfocitos.

Los linfocitos en conjunto representan el 10 al 20% de las células presentes en la médula ósea roja.

[1] "Los linfocitos se originan en la médula ósea roja y también en los órganos linfoides a partir de células indiferenciadas traídas de la sangre desde la médula ósea que se fijan y proliferan en los órganos linfoides. La célula más joven es el **linfoblasto**, que forma el **prolinfocito**, el cual da origen a su vez a los linfocitos maduros". *Histología básica*. Junqueira, L. Carneiro, J. Pág. 278

1.2. Timo

Se encuentra ubicado detrás del esternón, en el mediastino (espacio entre ambos pulmones). Está constituido por dos lóbulos y su tamaño empieza a incrementarse a partir del nacimiento (donde pesa 12-15 gramos) hasta la pubertad (donde llega a pesar 30-40 g) para luego involucionar (decrecer) hasta que en los ancianos alcanza un peso de 10-15 g.

En cuanto a su estructura interna, el timo presenta un tejido de soporte que es el **estroma** y un contenido celular llamado **parénquima**.

El parénquima se encuentra dividido en **lobulillos** por la presencia de tabiques incompletos que parten de la cápsula que envuelve a este órgano (los tabiques y la cápsula constituyen el estroma). Cada lobulillo tiene una zona cortical y una zona medular; en la región cortical existen linfocitos T inmaduros, en cambio en la región medular los linfocitos T ya están maduros. Tanto en la parte cortical como en la medular, existen células reticulares epiteliales, pero solo en la región medular se agrupan en forma concéntrica para formar los **corpúsculos de Hassall**, cuya función se desconoce.

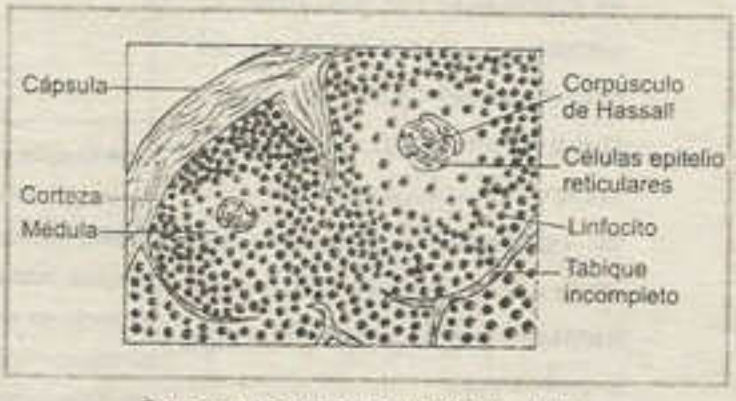
Las funciones que cumple el timo son: la maduración de linfocitos T y la producción de algunas hormonas.

1.2.1. Maduración de linfocitos T

El timo es el órgano donde los linfocitos indiferenciados procedentes de la médula ósea roja se diferencian convirtiéndose en linfocitos T maduros. Esto implica la diferenciación funcional de los linfocitos T en ayudadores, citotóxicos y supresores; además, ocurre la proliferación constante para que exista un suministro continuo de linfocitos T para el organismo. Los linfocitos que salen de la médula ósea roja pueden reaccionar contra las moléculas extrañas, pero también contra las propias del cuerpo; es en el timo donde se seleccionan y destruyen a todos aquellos que podrían reaccionar contra el propio cuerpo, dejando solamente aquellos linfocitos capaces de reaccionar contra moléculas extrañas. A este proceso se denomina **selección negativa o destrucción de clonas autorreactivas**.

1.2.2. Producción de hormonas

Las células epiteliales del timo producen una serie de sustancias hormonales que intervienen en el desarrollo de los linfocitos, tal es el caso de la timopoyetina (estimula la producción de linfocitos en la médula ósea roja), la timosina (permite la maduración de linfocitos T), entre otras.



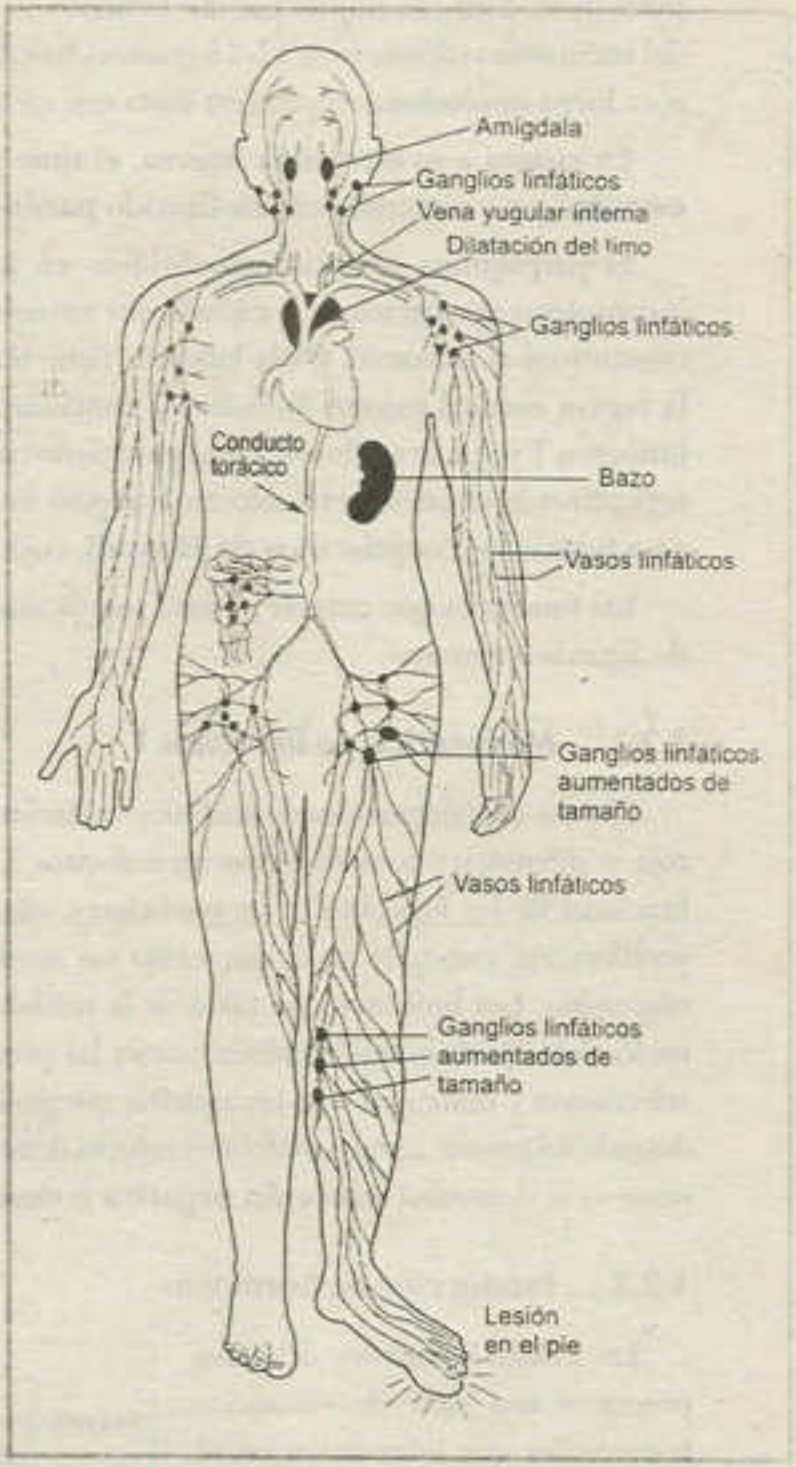
Estructura histológica de un lobulillo timico

2 Órganos linfoides secundarios

Una vez concluido el desarrollo de los linfocitos en los órganos linfoides primarios, estas células migran hacia los órganos linfoides secundarios, quienes les brindan un entorno en el que pueden interactuar con otros linfocitos, con células accesorias y con los antígenos. Además, la presencia de linfocitos en estos órganos periféricos garantiza que, ante un problema en una región determinada del cuerpo, la respuesta inmunitaria sea rápida por reacción de un órgano linfoide cercano. Los órganos linfoides secundarios incluyen el bazo, los ganglios linfáticos y el tejido linfoide asociado a mucosas.

2.1. BAZO

Es un órgano linfoide que se ubica en la cavidad abdominal a nivel del hipocondrio izquierdo. Se le denomina también esplenio. Es el más grande de los órganos linfoides llegando a pesar en promedio 150 g. En su estructura encontramos el estroma y el parénquima; el primero es el tejido de sostén (tejido conectivo), que forma la cápsula esplénica y una serie de tabiques. El parénquima, que es el tejido funcional, está formado por la pulpa blanca y la pulpa roja.

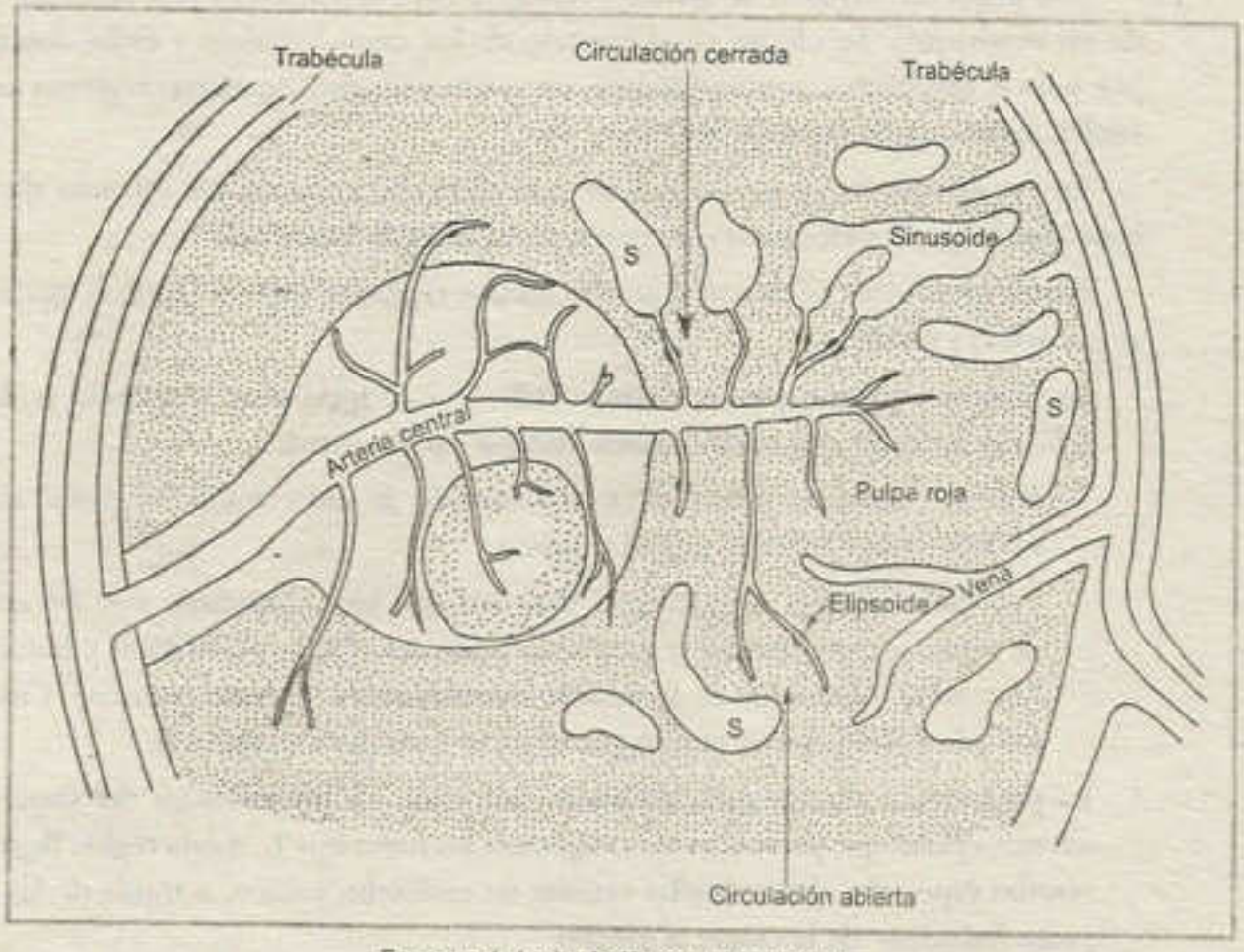


Distribución corporal de los vasos y órganos linfáticos. Como ejemplo de las funciones del sistema linfático, la figura muestra una infección en el primer dedo del pie con el consiguiente aumento de tamaño de los ganglios linfáticos que reciben la linfa de la región (ganglios satélites). Este aumento se debe principalmente a la proliferación de los linfocitos B y a su diferenciación en plasmocitos secretores de inmunoglobulinas. El dedo infectado se pone rojo, caliente y doloroso, y aumenta de volumen.

La pulpa blanca está formada por agrupaciones de linfocitos dispuestos alrededor de una arteriola central. Los linfocitos más próximos a la arteriola son linfocitos T y constituyen la capa linfática periarteriolar. Un tanto más a la periferie existen agrupaciones de linfocitos B, los cuales al ser estimulados por antígenos desarrollan un centro germinal con linfocitos B "memoria". La región externa de la pulpa blanca recibe el nombre de zona marginal y presenta linfocitos B, macrófagos y **células dendríticas**; es una zona de tránsito hacia la pulpa roja.

La pulpa roja posee los cordones esplénicos o cordones de Billroth y los sinusoides esplénicos. Los cordones de Billroth están constituidos por células reticulares, células plasmáticas y elementos formes de la sangre dispuestos en columnas. Los sinusoides o senos esplénicos van a ubicarse entre los cordones.

En los cordones, muy cerca a la luz de los sinusoides, existen macrófagos con capacidad de realizar la **hemocateresis**[2], por lo que se dice que el bazo filtra la sangre, la cual llega mediante la arteria esplénica.



Esquema de la circulación sanguínea del bazo

[2] El bazo es el lugar en que son destruidos las plaquetas y los globulos rojos envejecidos, es un proceso que se lleva a cabo en la pulpa roja y se denomina hemocateresis.

El bazo cumple las siguientes funciones:

- La principal función del bazo es la filtración de la sangre (pulpa roja), es decir, la eliminación de sustancias particuladas, antígenos macromoleculares, células sanguíneas y plaquetas envejecidas anormales o deterioradas de la sangre (hemocateresis).
- Defensa: Debido a que contiene linfocitos y macrófagos, el bazo es un órgano de defensa importante, pues sus macrófagos fagocitan bacterias, virus y partículas inertes; además, aquí se producen anticuerpos frente a la exposición a un antígeno (reacción inmunológica).
- Brinda un medio adecuado para la interacción entre linfocitos y antígenos, permite también la proliferación de los linfocitos.
- En la vida fetal, el bazo también produce elementos formes de la sangre (hematopoyesis fetal).

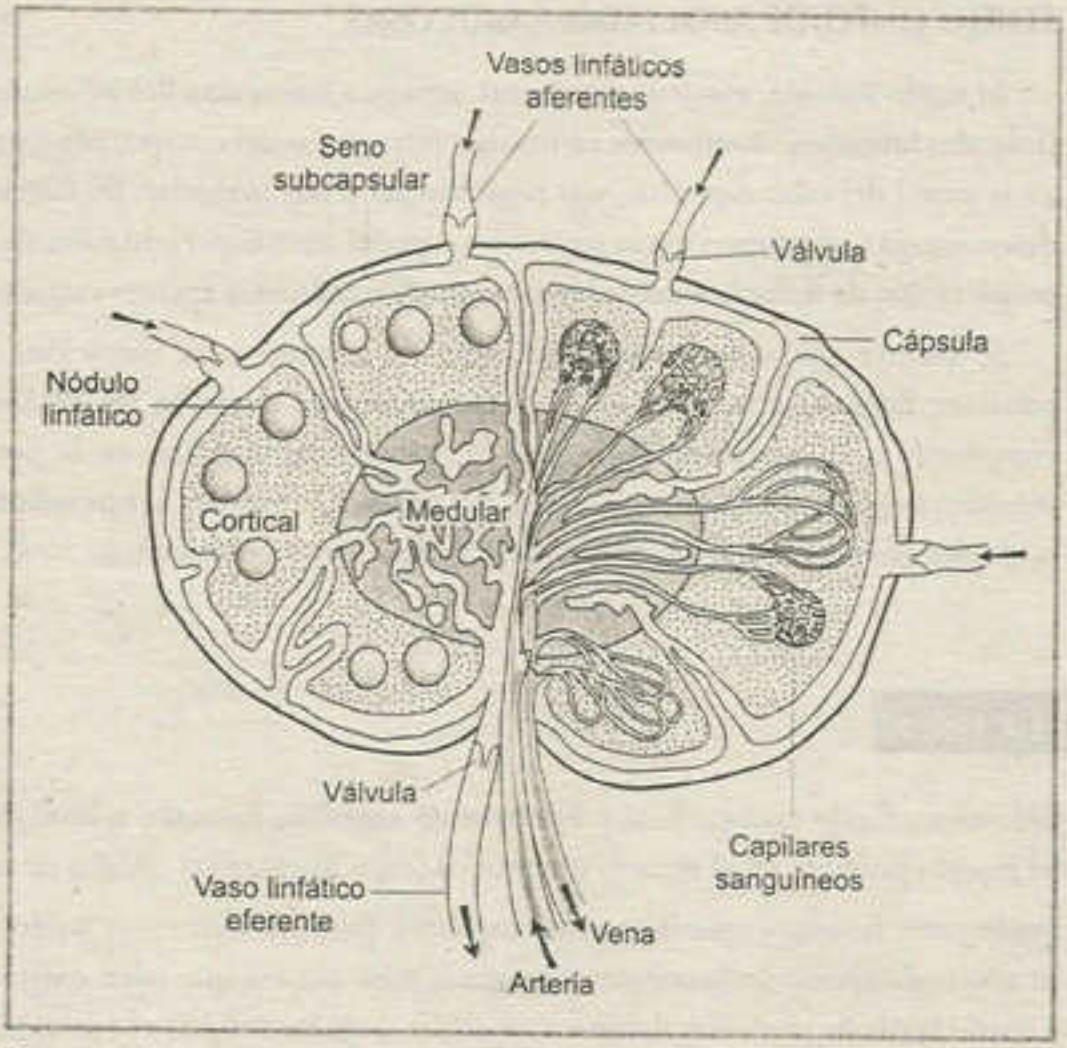
2.2. GANGLIOS LINFÁTICOS

Son pequeños órganos de forma arriñonada cuyo diámetro es generalmente menor de un centímetro. Se ubican en el trayecto de los vasos linfáticos y están distribuidos por todo el organismo, concentrándose, en mayor cantidad, en ciertas regiones como el cuello, axilas, región inguinal, abdomen, etc.

En su estructura podemos indicar que también presenta un estroma de tejido conectivo (cápsula y tabiques) y un parénquima o tejido funcional.

Histológicamente, se divide al ganglio en tres regiones: corteza (córtex), paracorteza (paracórtex) y médula.

- La corteza contiene principalmente linfocitos B agrupados formando nódulos o folículos linfoides, los cuales pueden hallarse en dos estadios:
  - Folículos linfoides primarios: Conglomerado de linfocitos B "vírgenes" que aún no han tenido contacto con el antígeno.
  - Folículos linfoides secundarios: Una vez que han contactado con un antígeno de algún agente extraño se empiezan a formar células plasmáticas y linfocitos B "memoria", los cuales se agruparán constituyendo el centro germinal. Cuando el folículo linfoide posee centro germinal, se considera secundario.
- La paracorteza alberga principalmente linfocitos T provenientes del timo, posee además células que presentan los antígenos a los linfocitos T. A esta región llegan unas vénulas especiales denominadas vénulas de endotelio cúbico, a través de las cuales pasan linfocitos de la sangre al ganglio.
- La médula está constituida por los cordones medulares que son agrupaciones de linfocitos, células plasmáticas y macrófagos. Los linfocitos de esta región están en proceso de emigrar por los vasos linfáticos que salen del ganglio.



Representación esquemática de la circulación de la sangre y de la linfa en el ganglio linfático. Obsérvese que la linfa penetra por el lado convexo y sale por el lado cóncavo, donde está localizado el hilio del órgano. La sangre entra y sale por el hilio. La zona oscura, central, representa la zona medular.

Dentro del ganglio existen espacios a través del cual pasa la linfa; así tenemos que al ganglio llegan los vasos linfáticos aferentes, los cuales perforan la cápsula y depositan la linfa en el espacio ubicado bajo la misma denominado seno subcapsular; de ahí este líquido pasará a los senos corticales, también llamados senos paratrabeculares. El recorrido de la linfa continúa, llegando luego a los senos medulares que son los espacios entre los cordones medulares, de ahí sale del ganglio a través de un vaso linfático eferente. En este recorrido, la linfa es filtrada, pudiéndose detectar la presencia de antígenos de algún agente extraño.

Las funciones del ganglio linfático serán: filtrar la linfa, fagocitosis de sustancias extrañas gracias a los macrófagos medulares, producción de anticuerpos por parte de las células plasmáticas, así como brindar un medio adecuado para la presentación de antígenos y la proliferación de linfocitos.

2.3. TEJIDO LINFOIDE ASOCIADO A MUCOSAS

El tejido linfoide, asociado a mucosas, agrupa a todos aquellos acúmulos de linfocitos (folículos linfoides) distribuidos en muchas estructuras del cuerpo; pero, principalmente, en la pared del tubo digestivo, vías respiratorias y vías urinarias. Su función también es defensiva, ya que proporcionan un medio especial para la presentación de antígenos y la proliferación de linfocitos ante el ingreso de determinados agentes extraños.

Se incluye aquí a las **amígdalas**, que, de acuerdo a su ubicación, se denominan palatinas, linguales y faríngea; en su conjunto forman el **anillo de Waldeyer**. También comprende a las placas de Peyer, que se encuentran ubicadas en la porción final del intestino delgado conocida como íleon. Así también, involucra al **apéndice cecal** y otras múltiples estructuras que presentan estas agrupaciones de linfocitos.

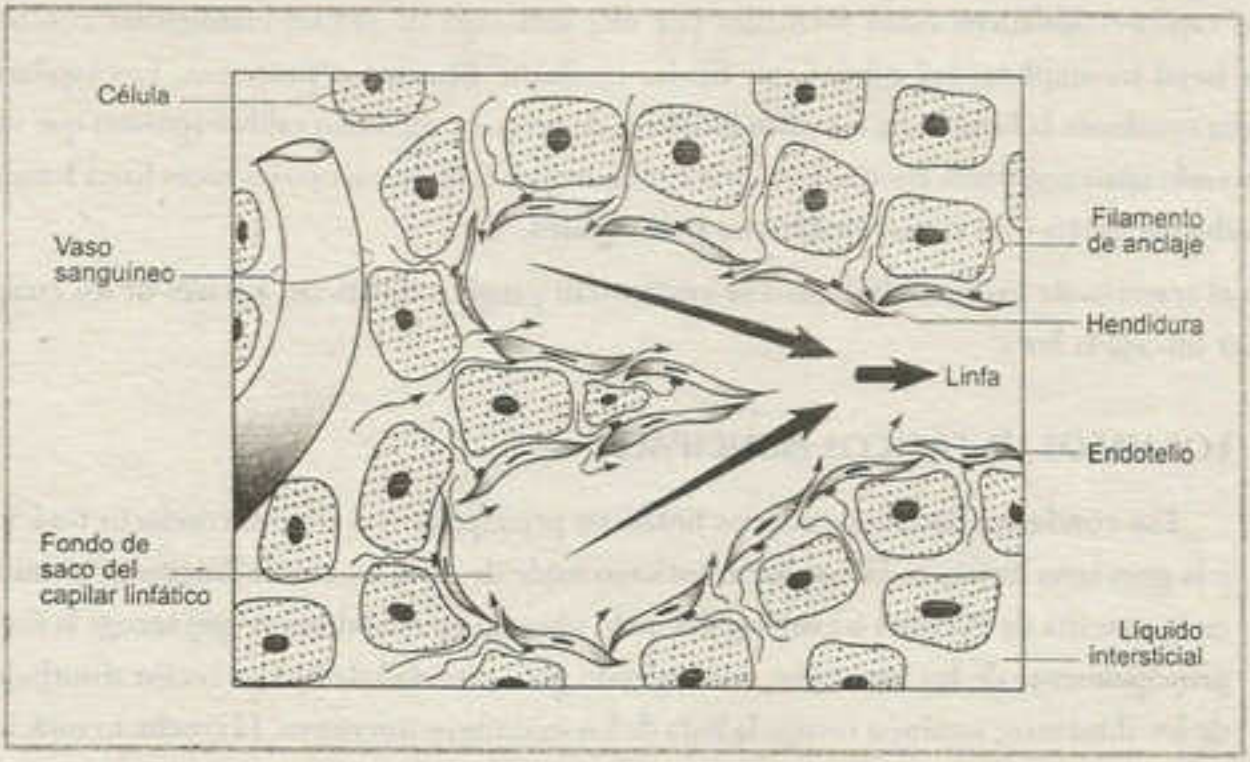
3 LA LINFA

La linfa es un fluido transparente y ligeramente amarillo, formado a nivel de los tejidos a partir del líquido presente en el espacio intersticial (espacio entre las células de un tejido).

Normalmente, la sangre que llega a los capilares, presentes en estos tejidos, permite que exista un adecuado aporte de nutrientes y oxígeno; pero a la vez que salen oxígeno y nutrientes también existe salida de proteínas desde los capilares sanguíneos hacia el espacio intersticial. De estas proteínas que salieron solo una mínima cantidad regresa a los capilares, la mayor parte se acumula en el intersticio.

La acumulación de proteínas aumenta la presión coloidosmótica (presión de las proteínas) del espacio intersticial lo que arrastra agua desde la sangre de los capilares hacia el intersticio. Asimismo, existe acumulación de líquido y proteínas en el espacio intersticial, lo que conduce a un aumento de volumen y presión en este espacio. Para regular estas presiones existe un conjunto de capilares linfáticos, los cuales recogen este exceso de líquido y proteínas formando la denominada **linfa**. Esta linfa es recogida de todas las partes del cuerpo y se devuelve a la circulación sanguínea a través de los vasos linfáticos.

En conclusión, la linfa se forma principalmente a partir del líquido y proteínas presentes en el espacio intersticial. Casi en todos los tejidos hay producción de linfa, pero hay que considerar que la que se origina a nivel de los intestinos contiene gran cantidad de lípidos (grasas) que han sido absorbidos de los alimentos ingeridos.



Estructura histológica de un capilar linfático

Por lo tanto, podemos afirmar que entre los constituyentes de la linfa encontraremos: agua, proteínas, lípidos, iones (Na^+, Cl^-, K^+, ...) y los linfocitos que a través de la linfa se movilizan. Los linfocitos, pasan de los órganos linfoides primarios a los órganos linfoides secundarios. Una vez que alcanzan los órganos linfoides secundarios, los linfocitos no se limitan a permanecer allí, muchos de ellos se desplazan de un órgano linfoide a otro pasando a través de la sangre y de la linfa.

La linfa recién formada en los tejidos es conducida por medio de los vasos linfáticos impulsados por válvulas internas semejantes a las venas. En su trayecto por los vasos linfáticos, atraviesa algunos órganos linfoides y finalmente llega a mezclarse con la sangre.

4 Los vasos linfáticos

El sistema vascular linfático está formado por una serie de vasos que conducen linfa desde el espacio intersticial hacia la sangre. Los vasos linfáticos se encuentran por todo el cuerpo, salvo el sistema nervioso central, epidermis, huesos y algunas otras estructuras.

El sistema de vasos linfáticos se inicia, en los tejidos del cuerpo, con los **capilares linfáticos** de inicio ciego (en "fondo de saco") que simplemente actúan como drenaje del excedente de líquido intersticial.

Los capilares linfáticos están formados por una sola capa de células endoteliales con una lámina basal incompleta; las células son fijadas mediante filamentos proteicos. Los capilares linfáticos conducen la linfa hacia los vasos linfáticos de menor y mediano calibre (grosor) que van confluyendo unos con otros haciéndose cada vez de mayor calibre y así varias veces hasta formar los conductos linfáticos o **vasos linfáticos principales**.

En el trayecto de los vasos linfáticos se encuentran ganglios linfáticos, a través de los cuales debe ser filtrada la linfa.

4.1. LOS VASOS LINFÁTICOS PRINCIPALES

Los conductos linfáticos o vasos linfáticos principales son dos: el conducto torácico y la gran vena linfática. El conducto torácico mide de 38 a 45 cm de longitud y se inicia en la cisterna de Pecquet o cisterna del quilo ubicada en el abdomen, que recoge la linfa, principalmente de los intestinos, conteniendo gran cantidad de lípidos recién absorbidos de los alimentos; también recoge la linfa de los miembros inferiores. El conducto torácico asciende para desembocar en la unión de las venas yugular interna izquierda y subclavia izquierda (ángulo yúgulo-subclavio izquierdo o ángulo de Pirogoff).

La gran vena linfática es de corto recorrido, mide solo de 1 a 1,5 cm de longitud y se forma por la reunión de vasos linfáticos, que recogen la linfa de la parte superior derecha del cuerpo, y desemboca en el ángulo yúgulo-subclavio derecho.

De forma simplificada, podríamos considerar que la gran vena linfática recoge la linfa solamente de la parte superior derecha del cuerpo (mitad derecha de la cabeza y del cuello, miembro superior derecho y parte superior de la región derecha del tórax), en cambio, el conducto torácico lleva la linfa de todo el resto del cuerpo.

SISTEMA INMUNITARIO

El medio ambiente alberga gran cantidad de microorganismos y otros agentes capaces de ingresar al cuerpo y provocar enfermedades que incluso podrían causar la muerte.

Se denomina infección al ingreso de alguno de estos agentes extraños (bacterias, virus, hongos, parásitos e incluso **priones**[3]) al cuerpo. La mayoría de las infecciones, en una persona normal, son de corta duración y no siempre se manifiestan como enfermedades agudas, esto se debe a la acción protectora del sistema inmunitario; el cual está constituido por nuestros mecanismos de defensa que hacen frente a los agentes infecciosos.

Los agentes infecciosos incluyen a las bacterias (como el *Mycobacterium tuberculosis* o bacilo de Koch causante de la tuberculosis), los virus (como el virus de la hepatitis A), los hongos (como el *Trichophyton sp* causante de las tiñas), los parásitos (protozoos como Giardia lamblia y helmintos como *enterobius vermicularis* u oxiuros) y, últimamente, también se considera a los priones ("proteínas mutadas" causante de enfermedades principalmente en el sistema nervioso central).

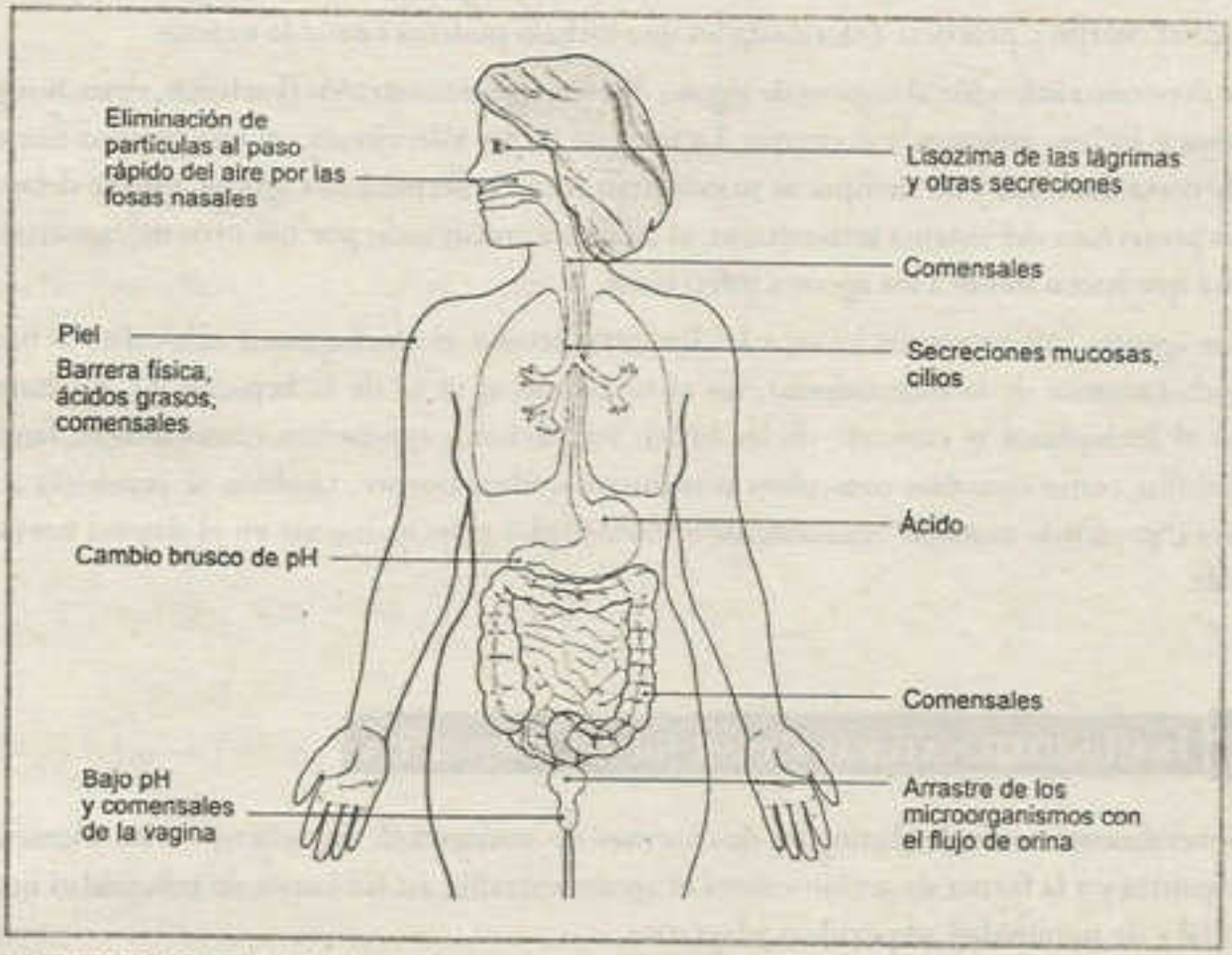
1 Inmunidad natural e inmunidad adquirida

Generalmente se suele distinguir dos formas de inmunidad, de acuerdo a los elementos participantes y a la forma de acción contra el agente extraño, así hablamos de inmunidad innata o natural y de inmunidad adquirida o adaptativa.

Se considera **inmunidad natural** a todos aquellos mecanismos de defensa que protegen, de forma inespecífica, contra cualquier agente extraño; así tenemos: **barreras físicas**, como la piel y las mucosas; secreciones, como las lágrimas, la saliva y el jugo gástrico; **células**, como los fagocitos y los linfocitos NK y también **moléculas**, como las del sistema del complemento. Podemos notar que la piel y las mucosas sirven de defensa al obstaculizar el pasaje de cualquier microorganismo. Muy pocos gérmenes tienen la capacidad innata de penetrar la piel y se requiere una herida, un traumatismo, una intervención quirúrgica o un vector tipo artrópodo para que los microorganismos del medio ambiente puedan ingresar al organismo a través de la piel. Asimismo, tanto las lágrimas como la saliva contienen lisozima, que es una enzima

[3] "Son proteínas inespecíficas carentes de ácidos nucleicos que se acumulan en el encéfalo causando demencia y trastornos del sistema nervioso por muerte neuronal (Enfermedad de Creutzfeldt-Jakob), se piensa que la encefalopatía espongiforme bovina del Reino Unido, más conocida como la enfermedad de las vacas locas ha sido consecuencia de alimentar el ganado vacuno con tejidos de ovejas contaminadas por priones". *Principios de medicina interna*. Harrison, T. Pág. 168

capaz de destruir la pared de algunas bacterias, el jugo gástrico, gracias al ácido clorhídrico, es capaz de destruir muchísimos microorganismos; así también los fagocitos, linfocitos NK y las **moléculas del sistema del complemento**[4] actúan contra varios agentes extraños sin diferenciar uno de otro.

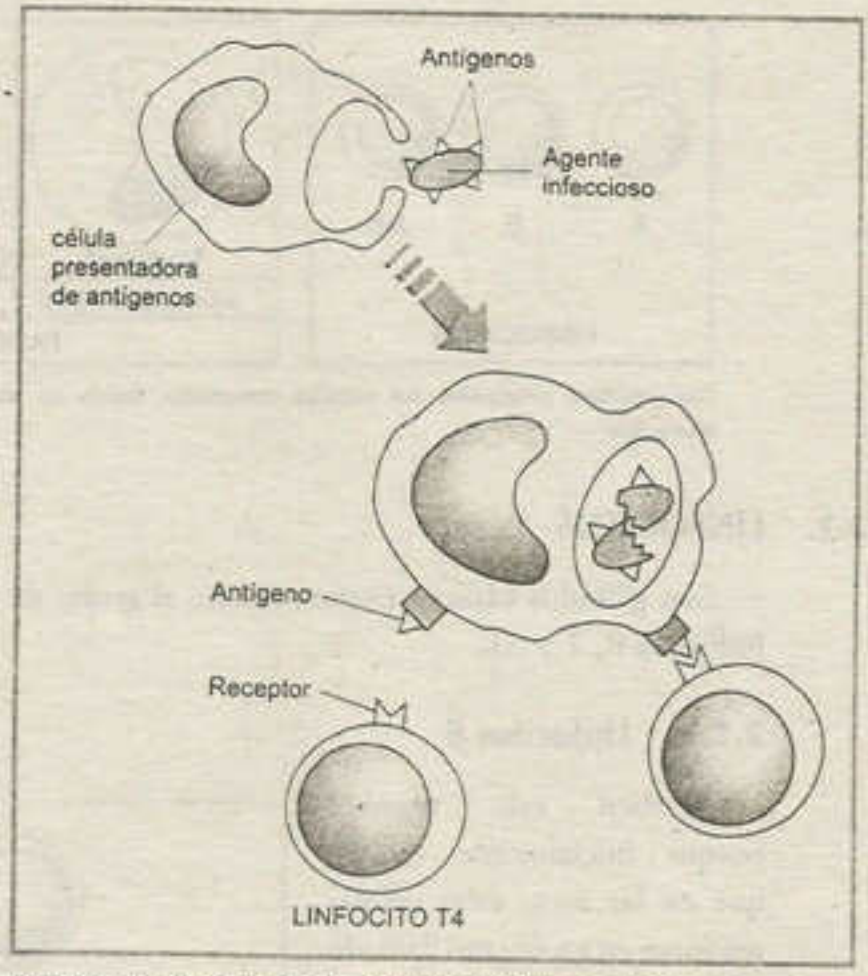


La mayoría de los agentes infecciosos, a los que se ve expuesto un individuo, no consiguen penetrar en su organismo, sino que son detenidos por una serie de barreras bioquímicas y físicas denominados sistemas inmunitarios. El cuerpo humano tolera diversos organismos comensales, que compiten eficazmente con numerosos patógenos potenciales.

La **inmunidad adquirida**, en cambio, está dada por las respuestas **específicas** contra los agentes extraños. La especificidad quiere decir que esta forma de inmunidad es capaz de reconocer a un microorganismo, de acuerdo a sus antígenos, y atacarlo de forma distinta que a otro microorganismo. Se denomina antígeno a cualquier molécula capaz de ser reconocida por los elementos de la inmunidad adquirida.

[4] "Son un conjunto de 20 proteínas plasmáticas que intervienen en la inflamación. la activación del complemento es una reacción en cascada en la que cada uno de sus componentes actúa secuencialmente sobre la siguiente. Estas proteínas se activan por la "vía clásica" en una respuesta específica o por la "vía alterna" en una respuesta inespecífica". *Inmunulogía*. Roitt. Pág. 5

Las células propias del cuerpo, en su superficie, tienen antígenos diferentes a los que poseen los agentes infecciosos, esto permite reconocer que estos últimos son extraños al cuerpo. También es posible que la inmunidad adquirida distinga entre uno y otro agente infeccioso, pues cada uno de ellos tiene antígenos que los identifica, así por ejemplo los antígenos del "bacilo de Koch" serán distintos a los del virus de la hepatitis. Además, esta capacidad de reconocer a un agente extraño implica una propiedad de memoria, que le permite "recordar" cuando un microorganismo ingresa nuevamente al cuerpo y con esto se garantiza una respuesta inmunitaria más fuerte con cada nueva exposición a un mismo agente extraño. En la inmunidad adquirida, participan los linfocitos T y los linfocitos B.



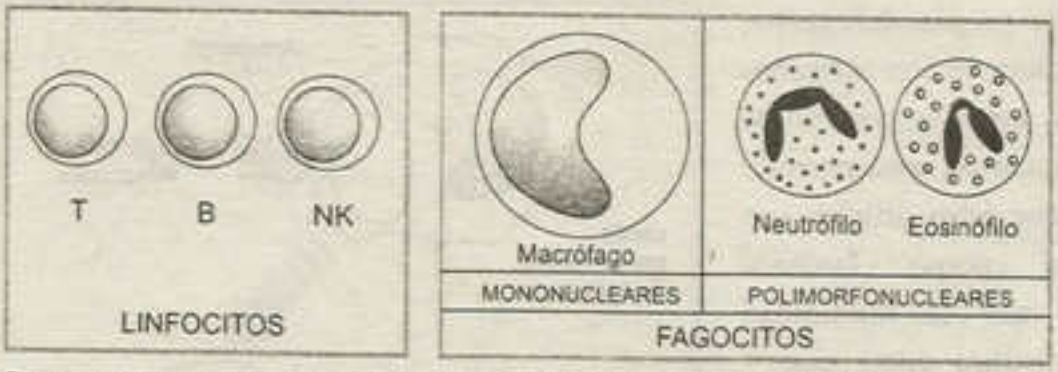
Identificación específica de los agentes extraños por el sistema inmunitario (inmunidad adquirida)

La inmunidad natural y la inmunidad adquirida no son mecanismos de defensa aislados ni mucho menos opuestos; por el contrario, ambos mecanismos actúan de manera coordinada para proteger al organismo. Generalmente, ante una infección, la primera en actuar es la inmunidad natural y luego la inmunidad adquirida; pero existe constante interacción entre estas dos formas de inmunidad.

2 Células del sistema inmunitario

En la respuesta del sistema inmunitario frente a un agente agresor participan numerosos elementos celulares que incluyen a los leucocitos (linfocitos y fagocitos) y elementos auxiliares como el basófilo, mastocito e incluso plaquetas.

Los linfocitos se pueden clasificar en linfocitos T, linfocitos B y linfocitos NK, los fagocitos incluyen a los monocitos (como macrófagos), los neutrófilos y eosinófilos.



Componentes principales del sistema inmunitario, donde se muestra los diferentes tipos de leucocitos.

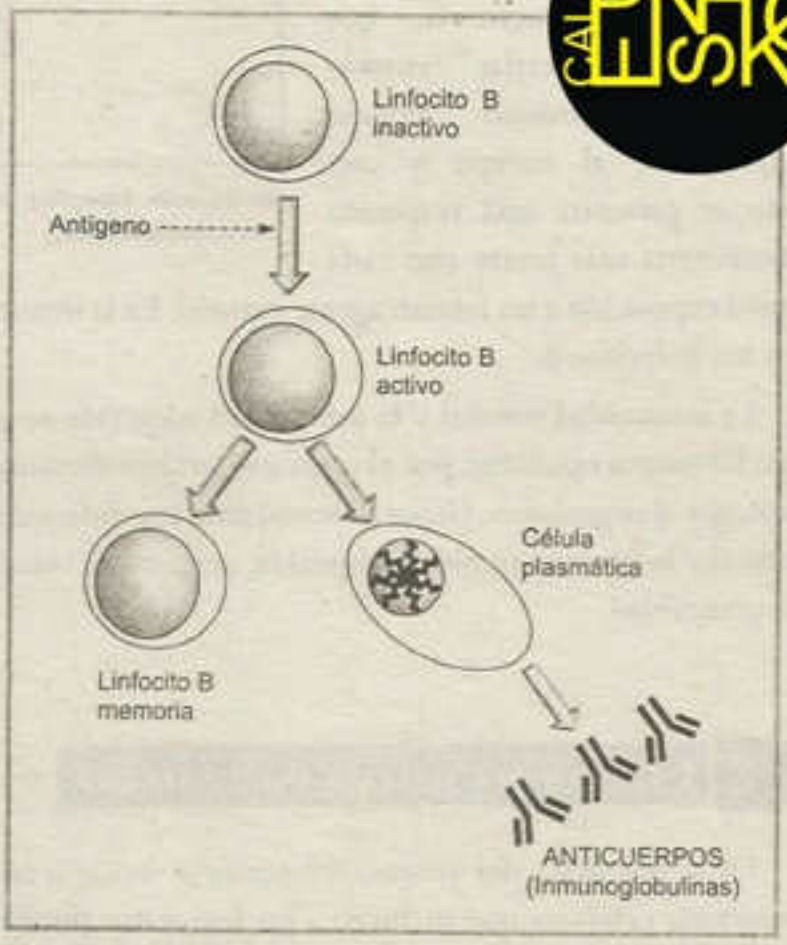
2.1. LINFOCITOS

Son glóbulos blancos pertenecientes al grupo de los agranulocitos. Se clasifican en linfocitos B, T y NK.

2.1.1. Linfocitos B

Reciben este nombre porque inicialmente se vio que en las aves, estas células maduran en un órgano llamado bursa de Fabricio. En los mamíferos, incluido el hombre, no existe dicha "bursa" y el proceso de maduración ocurre en la médula ósea roja principalmente.

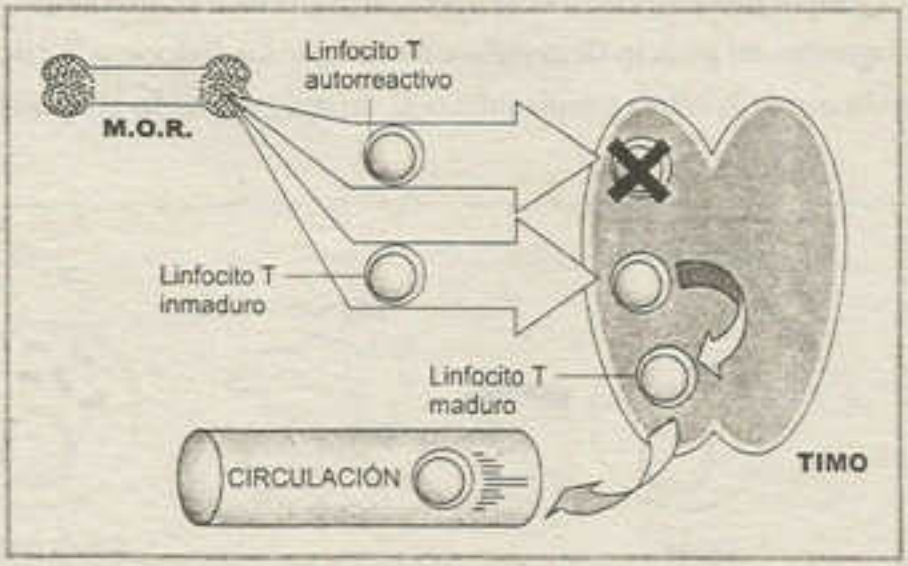
En su membrana celular, poseen proteínas que funcionan como receptores específicos para antígenos. Cuando un antígeno es reconocido por estos receptores, algunos linfocitos B pueden transformarse en células plasmáticas productoras de **anticuerpos** y otros en células de memoria, quienes posteriormente reaccionarán si el mismo tipo de agente extraño pretende ingresar nuevamente.



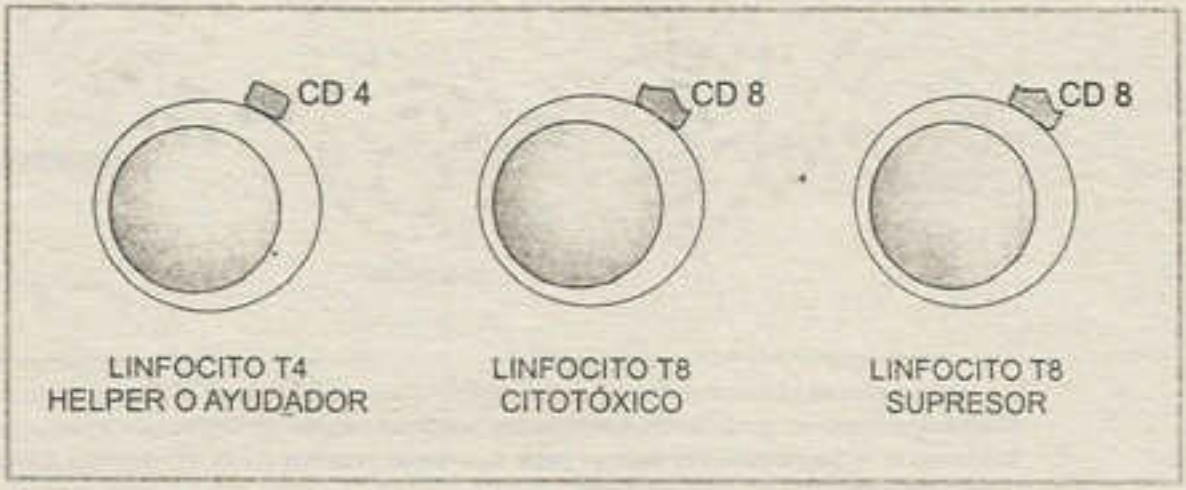
Desarrollo y diferenciación de los linfocitos B, dado fundamentalmente, por estimulación y reconocimiento antigénico.

2.1.2. Linfocitos T

- Se originan en la médula ósea roja, pero van a madurar en el timo y a esto deben su nombre. De manera, semejante a los linfocitos B, poseen moléculas de membrana, algunos de las cuales se tomarán en cuenta para su clasificación; así tendremos que aquellos linfocitos T, que presentan la **proteína CD4** en su membrana, serán agrupados como linfocitos T4 y aquellos que poseen CD8 serán denominados linfocitos T8.



Desarrollo y maduración de los linfocitos T. Proceso realizado a nivel del timo antes de entrar a la circulación sanguínea.



Clasificación de los linfocitos T, en los cuales se observa las proteínas de membrana, que permiten distinguirlos en dos grupos: CD_4 y CD_8

De acuerdo a su función los clasificamos en:

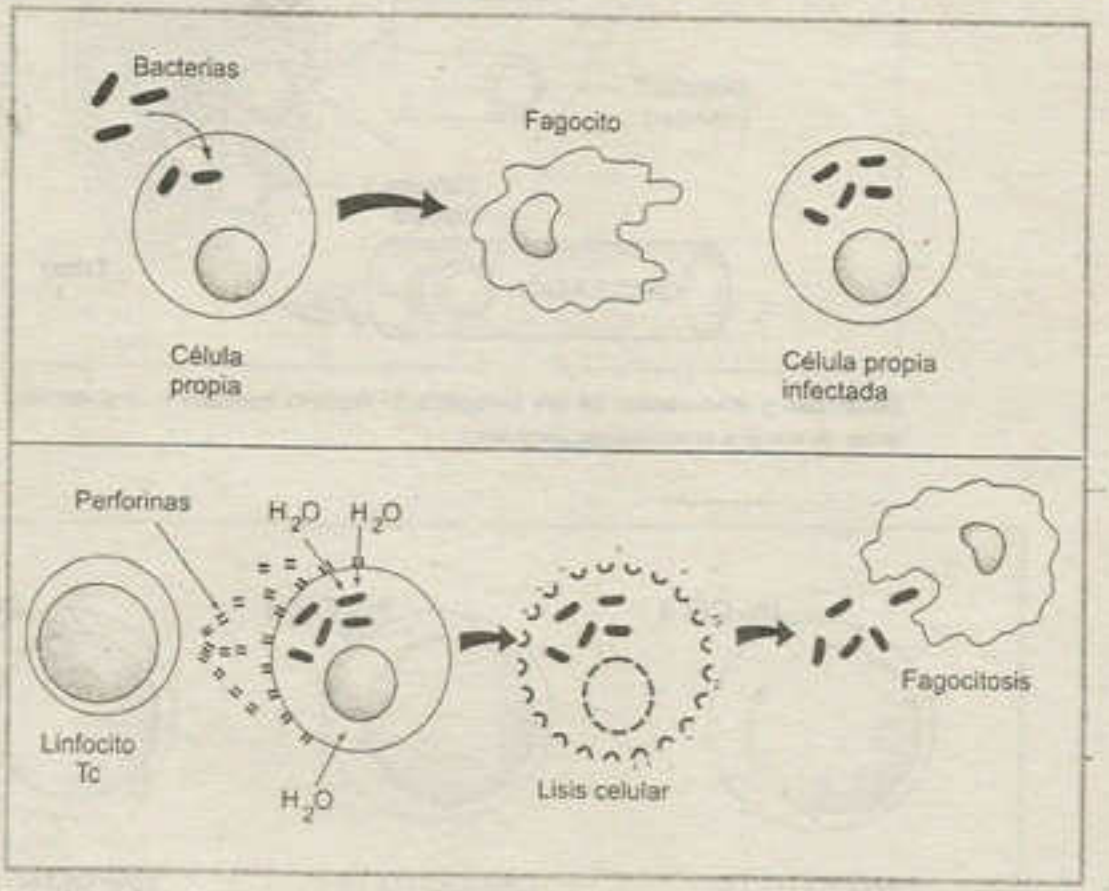
A. Linfocitos ayudadores, cooperadores o "Helper"

Pertenecen al grupo de linfocitos T4. Al ser estimulados por la presencia de antígenos secretan moléculas que permiten la activación e incrementan la proliferación y

diferenciación de otros linfocitos T y B entre otras células. De esta forma, el linfocito T4 ayudador dirige la respuesta inmunitaria específica. Otra función de estos linfocitos es interactuar con los fagocitos potenciando su acción.

B. Linfocitos citotóxicos

Pertenecen al grupo de los linfocitos T8. Su función es destruir células infectadas por virus u otros agentes intracelulares, facilitando la acción de los fagocitos. Es decir, si por ejemplo una bacteria u otro agente se introduce en una célula propia del cuerpo, los fagocitos no podrán destruirlo a menos que los linfocitos T citotóxicos rompan la membrana de la célula propia infectada dejando expuesto al agente extraño.



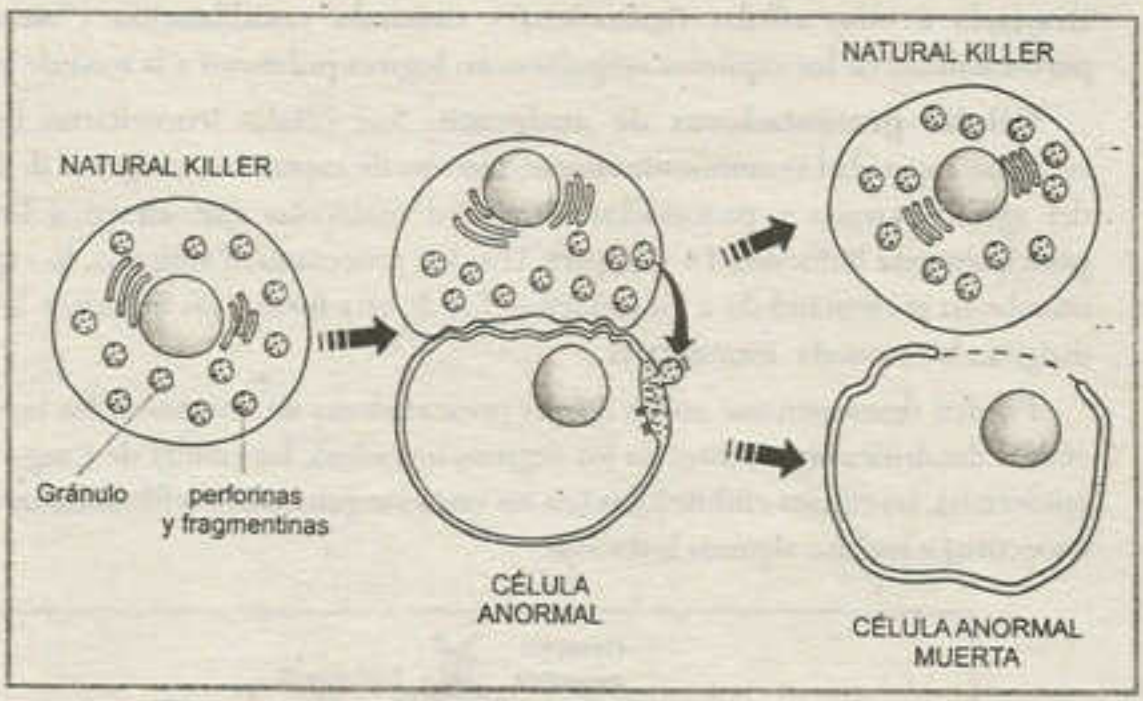
Cuando las bacterias se introducen en células propias del cuerpo, infectándolas, los fagocitos no pueden actuar sobre estos microorganismos. Los linfocitos Tcitotóxicos liberan perforinas que se adhieren a la membrana de la célula infectada dejando pasar agua hasta destruirla (lisis), es entonces cuando las bacterias liberadas pueden ser fagocitadas.

C. Linfocitos supresores

También se consideran dentro de los linfocitos T8 (aunque se han hallado algunos linfocitos T4 con funciones supresoras). Controlan la respuesta inmunitaria evitando una respuesta exagerada, para esto liberan moléculas capaces de inhibir a otros linfocitos.

2.1.3. Linfocitos NK

Son células capaces de detectar cambios en las características de algunas células propias que han sido infectadas por virus o que han degenerado convirtiéndose en **células tumorales**. Una vez detectada la célula infectada o la célula tumoral, el linfocito NK procede a destruirlas. Su nombre deriva del inglés "natural killers", por lo que se podría traducir como "asesinos naturales". No poseen receptores de antígeno por eso no pueden actuar de forma específica, es debido a ello que se les considera parte de la inmunidad natural.



Acción de las células NK, independiente de anticuerpos. Se observa la actividad de las perforinas sobre la membrana celular de la célula anormal, con el fin de producirle poros y la consecuente destrucción.

2.2. FAGOCITOS

Son células con cierta capacidad de fagocitosis de partículas extrañas. Se asocia en este grupo a los fagocitos mononucleares y los polimorfonucleares.

2.2.1. Fagocitos mononucleares

Son los macrófagos derivados de los monocitos y adoptan nombres específicos de acuerdo a su ubicación, así por ejemplo:

- Células deKüpffer en el hígado
- Macrófagos alveolares en los pulmones
- Osteoclastos en los huesos
- Microglias en el sistema nervioso central
- Macrófagos esplénicos en el bazo

2.2.2. Polimorfonucleares

Los polimorfonucleares, con capacidad fagocítica, comprenden a los neutrófilos y eosinófilos.

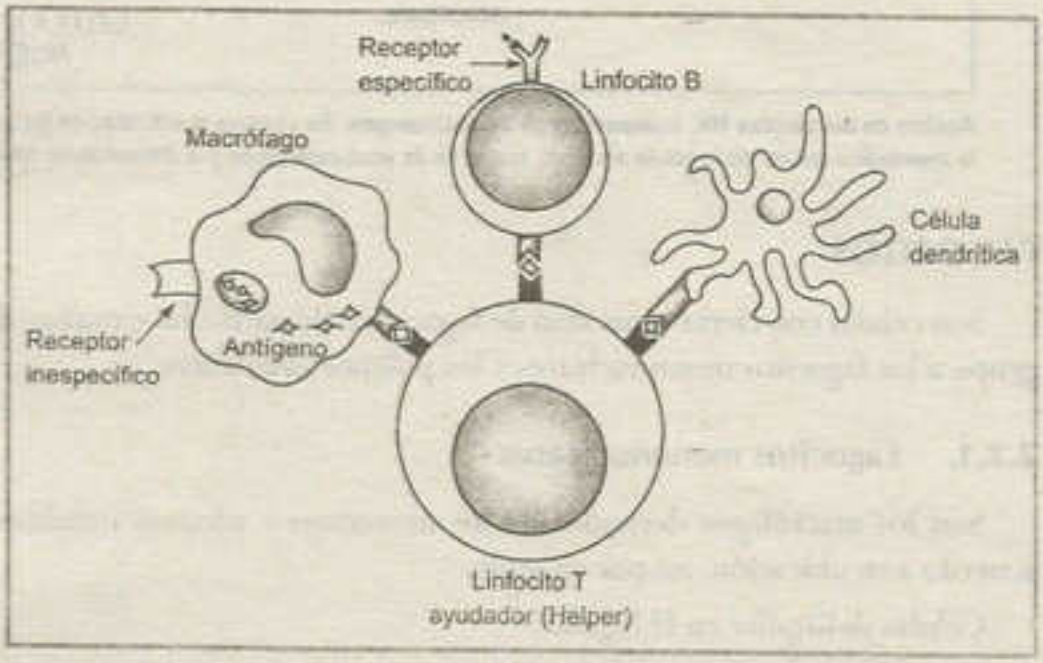
Su participación es mayor en la inflamación, sobre todo en etapas agudas.

2.2.3. Elementos auxiliares

Son partícipes también del proceso inflamatorio, incluyen a los basófilos, mastocitos y plaquetas, quienes producen mediadores solubles, principalmente para la inflamación, atrayendo a otras células (leucocitos) y causando vasodilatación y aumento de la permeabilidad de los capilares sanguíneos en lugares próximos a la zona de infección.

Células presentadoras de antígenos. Son células leucocitarias heterogéneas, con gran capacidad inmunoestimulante, capaces de captar los antígenos de la superficie del agente extraño y procesarlos. Producen moléculas que atraen a los linfocitos, principalmente linfocitos T4 (Helper). Una vez procesado el antígeno, lo exponen en su membrana presentándolo a los linfocitos T4, de esta forma, los linfocitos T4 iniciarán y dirigirán la respuesta inmunitaria.

Pueden desempeñarse como células presentadoras de antígenos: los macrófagos, las células dendríticas (presentes en los órganos linfoides), las células de Langerhans[5] (en la epidermis), las células endoteliales (en los vasos sanguíneos), los fibroblastos (en el tejido conectivo) e incluso algunos linfocitos.



Esquema que representa las diferentes células presentadoras de antígeno al linfocito T Helper.

[5] "Son las células típicas presentadoras de antígenos, se encuentran en la piel; estas células migran en forma "camuflada" hasta la zona paracortical de los ganglios a través de los vasos linfáticos. En el ganglio las células de Langerhans establecen interdigitaciones con muchas células T. *Inmunología*. Roitt. Pág. 13

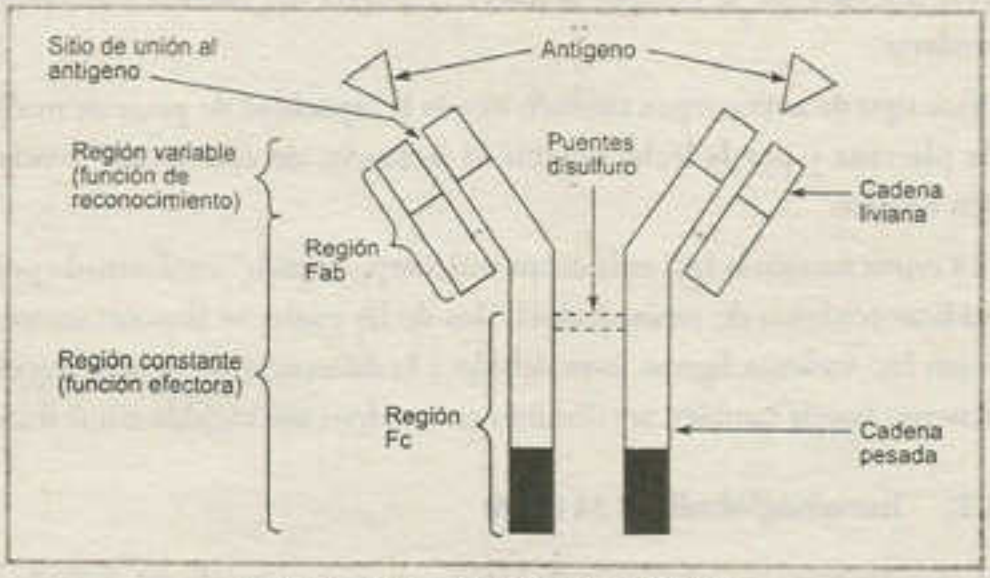
3 MOLÉCULAS DEL SISTEMA INMUNITARIO

Dentro del sistema inmunitario existe participación de una gran diversidad de moléculas, destacando los anticuerpos, sistema del complemento, citoquinas y otras. Estas sustancias colaboran con las células en las respuestas del sistema inmunitario de forma específica o inespecífica.

3.1. ANTICUERPOS

Son moléculas glucoproteicas (proteínas más carbohidratos) llamadas globulinas, razón por la cual se les denomina también **inmunoglobulinas o gammaglobulinas**, son producidos por las células plasmáticas.

Los anticuerpos se caracterizan por su capacidad de reaccionar específicamente con los antígenos extraños (sustancia que produce respuesta inmunológica), a los que se les unen formando un **complejo antígeno-anticuerpo**.



Estructura de una inmunoglobulina (Anticuerpo)

Los anticuerpos poseen, por lo general, dos regiones principales: una se conoce como la fracción variable (Fab) y la otra como la fracción constante (Fc); los nombres se deben a que la primera porción (Fab) es diferente, varía de acuerdo al antígeno al que debe unirse el anticuerpo, es decir, esta es la fracción que se acoplará específicamente al antígeno. La fracción constante en cambio casi no varía de un anticuerpo a otro y le permite ser detectado por células y moléculas del sistema inmunitario que se encargarán de destruir al agente extraño. Dicho de otra forma, una de las funciones de los anticuerpos es marcar al agente extraño (opsonización)[6] para que este sea destruido; esto se logra gracias a que

[6] "La mayor parte de los microorganismos no son reconocidos hasta que están recubiertos de factores naturales denominados opsoninas, que se unen a receptores específicos situados en los leucocitos". *Patología estructural y funcional*. Robbins. Pág. 69

la fracción variable se une al antígeno (agente extraño) y la fracción constante va a ser detectada por las células o moléculas que van a efectuar la destrucción del agente.

Existen cinco variedades de anticuerpos o inmunoglobulinas (G, A, M, D y E) que se diferencian entre sí por su tamaño, carga, composición de aminoácidos y contenido de carbohidratos.

3.1.1. Inmunoglobulina G (IgG)

Son las más abundantes de los cinco tipos del total de inmunoglobulinas o anticuerpos. Los anticuerpos de tipo IgG que se encuentran ampliamente distribuidos por el cuerpo, son los predominantes en las respuestas inmunitarias secundarias; aunque también están presentes durante las fases tardías de las respuestas primarias.

Se denomina respuesta inmunitaria primaria cuando el sistema inmunitario reacciona por primera vez ante un agente extraño; en cambio, cuando el mismo agente extraño ingresa nuevamente al cuerpo, la nueva respuesta del sistema inmunitario se considera secundaria.

Este tipo de anticuerpos también tienen la capacidad de pasar de madre a hijo a través de la placenta y por la leche durante la lactancia, de esta forma brindan protección al recién nacido.

La estructura de la IgG es la de un anticuerpo "típico" conformado por cuatro cadenas peptídicas (cadenas de aminoácidos), dos de las cuales se denominan pesadas y las otras dos son las cadenas ligeras, esto debido a la diferencia de peso molecular. Este tipo de anticuerpo puede también ser dividido en una fracción variable y una fracción constante.

3.1.2. Inmunoglobulinas M (IgM)

Constituyen el principal tipo de anticuerpo que se producen durante la fase temprana de la respuesta inmunitaria primaria, se encuentran presentes en el plasma sanguíneo. La molécula de IgM está formada por cinco subunidades por lo que se dice que es un pentámero. Es frecuente que se presenten cuando el sistema inmunitario reacciona contra agentes extraños cuyos antígenos son muy complejos.

3.1.3. Inmunoglobulinas A (IgA)

Son el segundo grupo en abundancia. Se encuentran, de forma predominante, en las secreciones seromucosas como la saliva, leche, secreciones traqueobronquiales y genitourinarias. En el intestino delgado de los niños, se unen a moléculas de los alimentos, impidiendo que se desencadenen posibles reacciones alérgicas contra estas moléculas. Su papel parece que principalmente consiste en inactivar a virus, más que a bacterias.

En cuanto a su estructura, puede encontrarse como monómero (una subunidad) o dímero (dos subunidades). Una forma de IgA es la "inmunoglobulina A de secreción" que generalmente es un dímero.

3.1.4. Inmunoglobulinas D (IgD)

Constituyen un grupo de anticuerpos producido en pocas cantidades; no se conoce su función precisa dentro del sistema inmunitario, pero parece que intervienen en la diferenciación de los linfocitos ante la presencia de un antígeno. Su estructura generalmente es monomérica como las IgG y las IgE.

3.1.5. Inmunoglobulinas E (IgE)

Se encuentran poco en el plasma, pero en mayor proporción en la submucosa de los tractos respiratorio y digestivo así como en los ganglios vecinos. Tiene dos acciones fundamentales: la primera es la de unirse a antígenos de la membrana de parásitos, generalmente, de tipo helmintos (gusanos), permitiendo de esta forma que los eosinófilos los destruyan; la segunda función de este tipo de anticuerpos es participar en reacciones alérgicas, pues activan a los mastocitos al producirse en mayor cantidad en personas predispuestas cuando se exponen al alergeno (sustancia que desencadena la alergia) como puede ser el polvo, polen y otros.

PROPIEDADES DE LAS INMUNOGLOBULINAS

Clase	% en sangre	Atraviesa la placenta	Fijación a células	Ubicación	Función
IgG	75-80%	Sí	Macrófagos Neutrófilos	Leche materna, sangre, linfa, intestino	Brindan protección frente a bacterias y virus estimulando la fagocitosis. Neutralizan toxinas, activan el sistema de complemento. Debido a que atraviesan la barrera placentaria, brindan cierta protección inmunitaria al recién nacido.
IgA	10–15%	No	Unión temporal a células epiteliales durante la secreción	Saliva, lágrimas, moco, secreciones gastro-intestinales, sangre, linfa, leche materna	Son conocidas también como anticuerpos secretores. Disminuyen durante el estrés. Brindan protección localizada en las membranas mucosas. Ayudan a los eosinófilos a reconocer y matar a los parásitos. Debido a que se encuentran en la leche materna, brindan protección al recién nacido.

IgM	5-10%	No	Células B	Sangre y linfa	Es la primera inmunoglobulina en aparecer en respuesta a un antígeno. Es llamado también anticuerpo natural. Activa el sistema de complemento y produce aglutinación y lisis de microbios.
IgD	<1%	No	Membrana plasmática de células B	Sangre, linfa, superficie de células B	Ayuda a células B en el reconocimiento de antígenos. Activa a las células B para su transformación en células plasmáticas.
IgE	<1%	No	Mastocitos y basófilos	Superficie de mastocitos y basofilos de tracto respiratorio digestivo y ganglios	Facilita la degranulación de mastocitos y basófilos con descarga de sustancias como heparina, histamina y factores quimiotácticos, dando como resultado la reacción de hipersensibilidad (alergia). Ayuda a los eosinófilos en la destrucción de parásitos.

3.2. LAS CITOCINAS

Son moléculas proteicas que regulan la mayoría de los procesos biológicos importantes: crecimiento celular, activación celular, inflamación, inmunidad, entre otros. Casi todas actúan localmente como sustancias autocrinas (sobre las mismas células) o paracrinas (sobre células vecinas).

Se les denomina también citoquinas y, generalmente, están constituidas por glucoproteínas. Las citoquinas liberadas por los linfocitos reciben el nombre de linfocinas, y las secretadas por macrófagos o monocitos el de monoquinas. Existen muchas citocinas, las más conocidas son las interleuquinas, los interferones y los factores de necrosis tumoral, entre otros.

3.2.1. Interleuquinas (IL)

Se denominó así (en 1981) a moléculas que se creía que eran producidas solamente por los leucocitos y que ejercían sus efectos sobre estos. Hoy en día se sabe que estas moléculas son producidas por muchos tipos de células, incluso no leucocitos, y sus efectos son diversos, actuando principalmente sobre linfocitos T y B, fibroblastos y células endoteliales, entre otros. Así tenemos, por ejemplo: la **interleuquina-1 (IL-1)**

es producida por monocitos, células dendríticas, algunos linfocitos B, fibroblastos, astrocitos, etc. y entre sus efectos tendremos la fiebre y regulación de las respuestas de defensa.

La IL-2 es producida por los linfocitos T y linfocitos NK, su efecto principal es inducir la activación y proliferación de todos los linfocitos, incluso linfocitos NK; es por eso que se está tratando de usar en el tratamiento del cáncer, pues activa y hace que proliferen linfocitos NK capaces de destruir células neoplásicas (células del cáncer).

Existen muchas otras interleuquinas (desde IL-1 hasta IL-15 por el momento), cada una tiene funciones similares y distintas que las diferencia a unas de otras.

3.2.2. Interferones (IFN)

Se descubrieron primeramente debido a sus propiedades antivíricas (interfería la acción de los virus), pero también son potentes reguladores de la inmunidad y factores de crecimiento (estimulan el crecimiento y reproducción de algunas células). Existen tres tipos: Interferones alfa, (IFN-α), beta (IFN-β) y gamma (IFN-γ). Son producidos por varios tipos celulares, incluyendo linfocitos T y NK, fibroblastos y células endoteliales.

Los interferones pueden ser utilizados en el tratamiento de tumores malignos, en cánceres poco frecuentes como cáncer de células renales y leucemia de células pilosas.

3.2.3. Factor de necrosis tumoral (FNT)

Llamado también caquexina. Es producido fundamentalmente por los macrófagos y también por los linfocitos T. Estimula la acumulación de leucocitos en zonas inflamadas, actúa como factor pirógeno, tiene acción antitumoral y antiviral, y juega un papel importante en el rechazo de transplantes de órganos.

3.3. EL SISTEMA DEL COMPLEMENTO

Está formado aproximadamente por más de 20 proteínas plasmáticas que normalmente permanecen inactivas. Sin embargo, cuando son activadas, directamente por los antígenos (vía alterna) o indirectamente por la reacción de anticuerpos (vía clásica), estas proteínas se "complementan" o potencian determinadas reacciones inmunitarias, alérgicas e inflamatorias. Estas proteínas son denominadas C1, C2, C3, ... C9; cuando se activa el sistema ocurre una cascada de reacciones químicas produciendo que algunas moléculas se unan entre sí y que otras se fragmenten, en este último caso se agrega al nombre las letras a,b,c,... para denominar a cada fragmento. Por ejemplo, al fragmentarse la proteína C3 forma los fragmentos C3a y C3b, al fragmentarse C5 forma el C5a y el C5b.

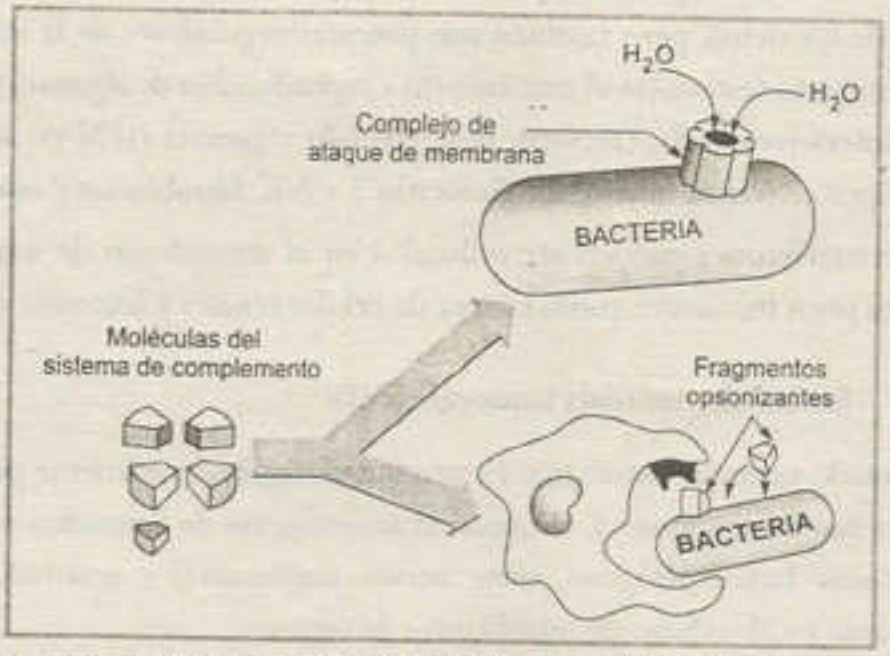
Las acciones principales de las proteínas del sistema del complemento son:

3.3.1. Opsonización

Se denomina así a la unión de estas moléculas a un agente extraño, marcándolo para que sea destruido generalmente por fagocitosis. Principalmente esta función la realiza el componente C3b.

3.3.2. Quimiotaxis

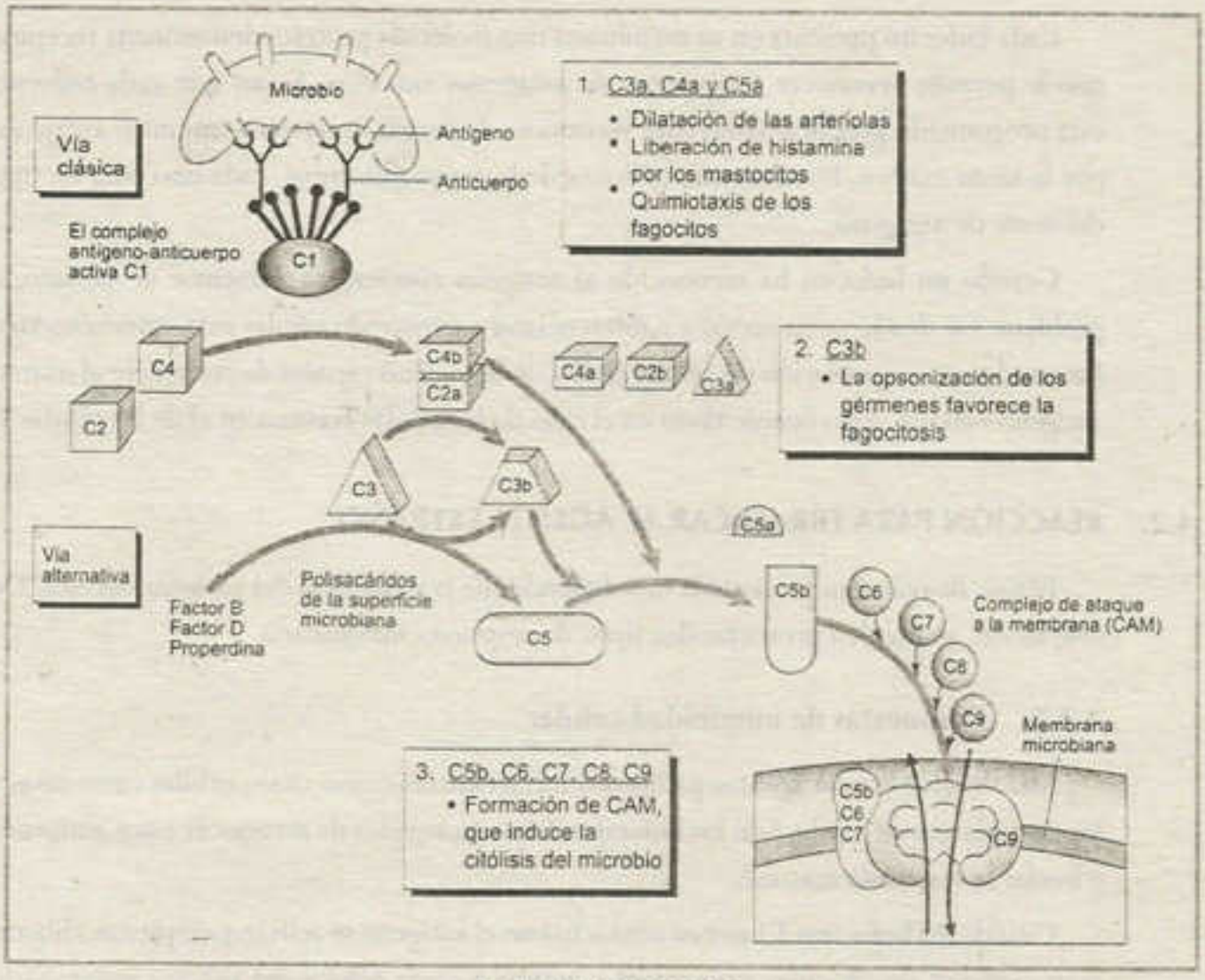
Cuando se activan atraen a los glóbulos blancos hacia el lugar donde se halla el agente extraño. Lo realizan el C5a y C3b principalmente. De esta manera inducen la respuesta inflamatoria.



Las moléculas del sistema del complemento poseen diversas funciones; por ejemplo pueden formar, al reunirse, el complejo de ataque de membrana, que se fija al microorganismo dejando ingresar agua hasta su destrucción; además, algunos fragmentos marcan a los microorganismos para que los fagocitos puedan reconocerlos y destruirlos (opsonización).

3.3.3. Citólisis

Se refiere a la destrucción de bacterias y células tumorales. Cuando se unen el C5b, C6, C7, C8 y C9 forman una gran molécula (complejo de ataque de membrana) que se pega a la membrana de la bacteria o célula tumoral y actúa como un poro, dejando ingresar gran cantidad de agua hasta hacer "explotar" (lisis) al agente extraño.



El sistema del complemento

4 RESPUESTAS INMUNITARIA

La acción del sistema inmunitario contra los agentes extraños es compleja y presenta variadas formas, pero en síntesis podemos decir que la respuesta inmunitaria consta de dos fases: la primera es el **reconocimiento del antígeno** y la segunda, la **reacción para erradicar al agente extraño**.

4.1. RECONOCIMIENTO DE LOS ANTÍGENOS POR LOS LINFOCITOS

En la primera etapa ocurre la participación de las células presentadoras de antígenos, recordemos que estas células tienen la capacidad de captar los antígenos del agente extraño, procesarlos y presentarlos a los linfocitos que son atraídos mediante citocinas.

Cada linfocito presenta en su membrana una molécula proteica denominada receptor que le permite reconocer fragmentos de antígenos extraños. Es así que cada linfocito está programado genéticamente para reconocer de forma exclusiva a un único antígeno; por lo tanto existen, literalmente, millones de linfocitos distintos, cada uno para un tipo diferente de antígeno.

Cuando un linfocito ha reconocido al antígeno comienza a aumentar de tamaño, a proliferar (se divide varias veces) y a diferenciarse (originando células más especializadas), formando así una población de células (miles de linfocitos) capaces de reconocer al mismo antígeno extraño. Esto ocurre tanto en el caso de las células B como en el de las células T.

4.2. REACCIÓN PARA ERRADICAR AL AGENTE EXTRAÑO

El tipo de reacción presentada va a depender de la naturaleza del antígeno agresor. De este modo, se pueden presentar dos tipos de respuesta inmunitaria.

4.2.1. Respuestas de inmunidad celular

Está dirigida contra agentes patógenos intracelulares como virus, células cancerosas y los transplantes de tejido. Son los linfocitos T los encargados de reconocer estos antígenos e iniciar la respuesta inmune.

Cuando los linfocitos T4 tienen contacto con el antígeno se activan y empiezan a liberar gran cantidad de citocinas para atraer y activar a otras células del sistema inmunitario como linfocitos T8, linfocitos B e incluso algunas células fagocíticas. De esta forma, los linfocitos T4 (también llamados ayudadores o "helper") se encargan de dirigir la respuesta inmunitaria, por lo que se les considera células claves en la inmunidad.

Los linfocitos T8, también llamados citotóxicos, son el ejército de primera línea en la batalla frente a invasores extraños en la respuesta celular; puede destruir células infectadas sin sufrir ningún daño.

Al ser activados los linfocitos T8 citotóxicos actúan contra las células infectadas por bacterias y virus. Cuando una célula de nuestro cuerpo es invadida por virus o bacterias, los linfocitos T citotóxicos las detectan y liberan perforinas u otras moléculas capaces de destruir a dicha célula, de esta forma se evita que los virus se reproduzcan dentro de la célula y, en caso de haber sido bacterias, al liberarlas se permite la acción de los fagocitos; pues al destruirse la célula las bacterias quedan expuestas.

Las perforinas son moléculas que se adhieren a la membrana de la célula dejando pasar agua al interior hasta la lisis (destrucción) de la célula.

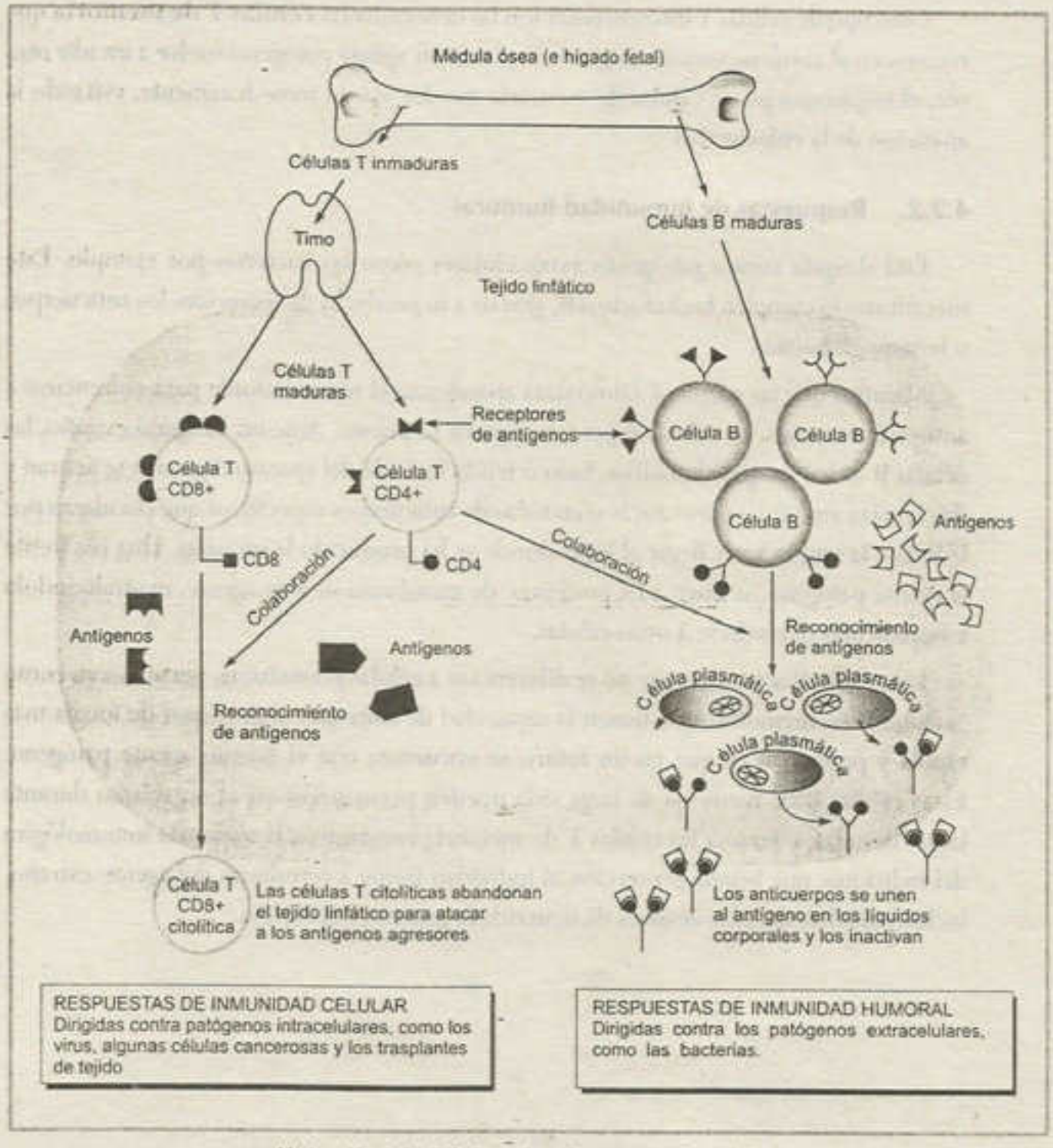
Otro tipo de células T diferenciadas son las denominadas **células T de memoria** que reconocen al antígeno invasor original. Si el mismo agente patógeno vuelve a invadir otra vez, el organismo posee células de memoria que los atacan inmediatamente, evitando la aparición de la enfermedad.

4.2.2. Respuestas de inmunidad humoral

Está dirigida contra patógenos extracelulares como las bacterias por ejemplo. Este mecanismo lo cumplen los linfocitos B, gracias a su producto de secreción, los anticuerpos o inmunoglobulinas.

Mientras que las células T citotóxicas abandonan el tejido linfoide para enfrentarse a antígenos extraños, las células B permanecen en su puesto. Ante un antígeno extraño, las células B de los ganglios linfáticos, bazo o tejido linfoide del aparato digestivo se activan y diferencian en células plasmáticas secretoras de anticuerpos específicos que circularán por la linfa y la sangre hasta llegar al lugar donde se ha producido la invasión. Una vez frente al agente patógeno, se unen a las proteínas de membrana de este agente, neutralizándolo e impidiendo que infecte a otras células.

Las células B activadas, que no se diferencian a células plasmáticas, permanecen como "células B de memoria" que tienen la capacidad de sintetizar anticuerpos de forma más rápida y potente si es que en un futuro se encuentra con el mismo agente patógeno. Estas células B de memoria de larga vida pueden permanecer en el organismo durante largas décadas, y junto a las células T de memoria constituyen la memoria inmunológica del individuo, que brinda protección al individuo frente a agresiones del agente extraño, incluso muchas décadas después de ocurrida la primera exposición.



Maduración de los linfocitos y tipos de respuestas inmunitarias

Desarrollo de las vacunas

Obstáculos Biológicos

A menudo, durante el desarrollo de una vacuna hay que superar importantes problemas técnicos. El virus de la gripe, caracterizado biológicamente por su variación antigénica, surge periódicamente con una nueva versión de sus antígenos y es capaz de causar una pandemia total para la que hay que programar, obtener y distribuir rápidamente una nueva vacuna.

Estrategia para el desarrollo de vacunas

El desarrollo de las vacunas depende de la aplicación sistemática de una estrategia en cuatro fases: 1) estudios en animales para identificar el antígeno protector, 2) determinación de la forma eficaz de presentación de este antígeno al sistema inmunitario, 3) valoración de la inocuidad y la inmunogenicidad de la vacuna, primero en poblaciones humanas pequeñas y después en grandes poblaciones con edades distintas, y 4) valoración de la inocuidad y de la eficacia en la población diana. Cada uno de estos pasos es sencillo en cuanto a su concepto pero de difícil realización, en gran parte por los estudios clínicos necesarios para valorar la inocuidad y la eficacia; el fracaso de cualquiera de estos pasos interrumpe el proceso. Así, en 1995 se investigaron más de 190 candidatos a vacunas, de los que sólo se aprobaron 5 en Estados Unidos.

En el desarrollo de vacunas, los estudios iniciales se efectúan, si es posible en modelos animales con el fin de demostrar la producción de respuestas inmunitarias, la capacidad de proteger al huésped y la inocuidad relativa. En último término, las vacunas destinadas al hombre han de ser probadas en seres humanos. Cuando los datos obtenidos *in vitro* y con animales parecen prometedores, se administran dosis graduales de la vacuna a un número pequeño de seres humanos para valorar las respuestas inmunitarias, la posología óptima y la inocuidad. A continuación, se efectúan ensayos clínicos humanos de la eficacia de las vacunas en poblaciones mayores formadas, a menudo, por voluntarios a los que se informa que se les va a exponer a una cepa virulenta. Tras los estudios clínicos en la comunidad, en los que es habitual hacer de 1000 a 10 000 vacunaciones, puede solicitarse la aprobación. Sin embargo, debido a su limitado tamaño, no debe esperarse que estos estudios puedan detectar efectos adversos raros. Por tanto, la aprobación no garantiza que la nueva vacuna sea completamente inocua y para asegurar la eficacia y documentar la aparición de efectos adversos de escasa frecuencia es necesario mantener la vigilancia tras la aprobación. Dada la complejidad científica necesaria, el costo del desarrollo de una vacuna es elevado y su éxito dudoso, lo que añade riesgos a la decisión de proseguir el desarrollo. Por desgracia una de las implicaciones seguras de la incertidumbre en el desarrollo de las vacunas es el aumento de los costos.

Formas farmacéuticas de las vacunas.

El desarrollo de la inmunología como ciencia nos ha permitido saber que los antígenos vivos y muertos no inducen necesariamente la misma respuesta y que los requisitos de la inmunidad defensiva difieren con cada microorganismo.

Las vacunas vivas se seleccionan o se modifican genéticamente para que sean avirulentas o para que mantengan su poder inmunógeno aunque hayan sido enormemente atenuadas. De ese modo, se espera que los agentes así tratados produzcan una enfermedad subclínica que remede la enfermedad natural, salvo por la ausencia de manifestaciones clínicas. Las vacunas vivas tienen la ventaja de que se replican in vivo, lo cual aumenta la cuantía de antígeno que se ofrece al sistema inmunitario del huésped; se cree que confieren inmunidad para toda la vida con una sola dosis; contienen antígenos diversos para superar las dificultades o limitaciones inmunógenas de algunos huéspedes; pueden llegar a los lugares más adecuados para estimular la respuesta defensiva y también pueden generar antígenos protectores importantes *in vivo* que no se expresan eficientemente *in vitro*.

En cambio, con las vacunas muertas, lo que se administra es, en esencia, el fragmento que va a actuar como carga antigénica y como determinante antigénico específico. Además, estos preparados no suelen despertar inmunidad mediada por la IgA de las mucosas, y casi siempre se necesitan muchas exposiciones para obtener una respuesta defensiva eficaz.

Elaboración de las vacunas.

Al ser productos que se van a administrar a personas sanas para evitar una enfermedad, es obligado no sólo que las vacunas sean eficaces, sino también que carezcan de peligros. Las normas para la fabricación de productos biológicos (control de calidad) están reglamentadas y son supervisadas por la *Food and Drug Administration*. Se exigen pruebas de inocuidad y eficacia, y se vigilan la esterilidad y la pureza de todos los lotes producidos después de la aprobación.

En raras ocasiones ha habido descuidos en la fabricación o en las garantías de la calidad, como ocurrió en 1955 con la distribución de una vacuna Salk de la poliomielitis no totalmente muerta que produjo un brote de la enfermedad en casi 200 vacunados y sus contactos. La fabricación no reglamentada ni vigilada de las vacunas en los países en vías de desarrollo ha acarreado a veces la distribución de preparados inactivos que no proporcionan la inmunidad esperada.

Administración de vacunas.

Los trabajadores sanitarios que administran vacunas deben tomar las precauciones necesarias para reducir al mínimo el riesgo de propagación de la enfermedad. Deben estar vacunados contra la hepatitis B, el sarampión, la rubéola, la gripe y la varicela, y deben lavarse las manos antes de atender a cada paciente nuevo. Las jeringas y agujas utilizadas para la inyección deben ser estériles y, preferiblemente, de un solo uso, para que el riesgo de contaminación sea mínimo.

Fuente: *Principios de Medicina Interna*, Harrison. Pág. 868-870

Lectura 2

El Sida

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), para finales de este año el número total de casos de personas con Sida o Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida, llegará a 50 millones desde el inicio de la epidemia. El creciente número de defunciones por este síndrome alcanzó 16 millones en solo 1999. Aunque hoy en día los síntomas han sido definidos, no hay posibilidad de una vacuna o un tratamiento curativo hasta el momento. El Sida es el principal problema que afrontará la salud a nivel mundial.

¿Qué es el Sida?

En términos generales, el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida o Sida, es el resultado de la progresión de la infección por el Virus de Inmunodeficiencia Humana, VIH.

El Síndrome consta de un grupo amplio de manifestaciones clínicas, que son encontradas posteriores al daño del sistema de defensa, o sistema inmune, y cuyo compromiso conduce a la postre a la muerte.

¿Qué es el VIH y cómo actúa?

El VIH como todos los virus son partículas muy pequeñas, no visibles al microscopio, que actúan como parásitos, debido a su imposibilidad para reproducirse por sí mismos. El VIH tiene dos partes básicas, un núcleo que contiene la información genética, y una capa especial que lo recubre para permitirle infectar a las células, formar nuevos virus e inducir la enfermedad. En una vía sorpresiva y única en la naturaleza, la multiplicación del virus se inicia en forma contraria a la reproducción celular normal, motivo por el cual se conoce al VIH como retrovirus.

Después del contagio, el VIH infecta las células de defensa con preferencia, y las utiliza para introducir su información, las destruye y así forma miles de nuevos virus que atacan otras células. El balance final para la célula atacada es la muerte.

¿Cómo se transmite el VIH?

La base del contagio es la exposición a los fluidos del cuerpo provenientes de una persona infectada; tales fluidos incluyen el semen, las secreciones vaginales, la sangre y la leche materna.

También puede encontrarse partículas virales en la saliva o en la orina, pero su concentración es muy baja, lo que hace poco probable la infección en contactos casuales, si bien el sexo oral sí representa un peligro potencial de transmisión.

Las exposiciones importantes son las siguientes:

- Contacto sexual: Homosexual o heterosexual en que haya penetración anal, vaginal o sexo oral. En cualquier caso, se ha establecido que el virus pasa a la sangre rápidamente y se calcula que el riesgo de la mujer para contraer el virus es de 20% por cada acto sexual.
- Transfusiones sanguíneas: Con el uso de sangre contaminada, ya sea por no existir métodos técnicos en el hospital o por haberse realizado la transfusión con anterioridad a la existencia de las pruebas actuales. Hoy día, es de rutina realizar pruebas de tamizaje para VIH a los donantes y a todas las bolsas de transfusión, que deben tener el sello de control de calidad.
- Transmisión de la madre al feto durante el embarazo o la lactancia.
- Intercambio de jeringas contaminadas en los drogadictos.
- Accidentes hospitalarios con material contaminado.

¿Cuáles son los síntomas del Sida?

La evolución del virus en el cuerpo es un ciclo complejo, lo que hace que con frecuencia la enfermedad sea de difícil diagnóstico. Para un mayor entendimiento, la infección ha sido dividida en tres fases básicas a saber: la forma aguda, el período de latencia clínica y la enfermedad como tal o fase Sida.

La fase inicial o aguda ocurre después de tres a seis semanas de la infección, y aparece en 70% como un estado gripal que simula una mononucleosis, enfermedad manifestada por la inflamación de los ganglios, malestar general, fiebre prolongada, debilidad y dolores musculares generalizados. En otros casos puede manifestarse como una meningitis aséptica, enfermedad infecciosa complicada que afecta las capas que rodean el cerebro. Este período puede durar de 3 a 14 días. Después de estas dos semanas, desaparecen todas las molestias y se inicia la etapa de latencia, lapso de tiempo donde a pesar de no tener síntomas se puede transmitir el virus; que puede durar hasta 10 o más años.

En la mayoría de los casos las pruebas diagnósticas son útiles desde las cuatro semanas después de la transmisión. Sin embargo, en este mismo período existe un tiempo conocido como "ventana inmunológica", que corresponde a las primeras 6 a 12 semanas en que con frecuencia no se detecta el virus.

La última fase es la enfermedad o el Sida como tal, en la que hay aparición de infecciones oportunistas y tumores de diferente origen. Dada la sustancial baja de las defensas, el paciente se torna susceptible al desarrollo de muchas enfermedades, las cuales a la postre pueden conducir a la muerte. Esta fase terminal puede durar en promedio hasta 6 años.

¿Cómo se diagnostica el VIH?

Debido al curso complejo de la infección y la multiplicación del virus, es de esperar que las técnicas para detectarlo sean variadas y sofisticadas. En términos simplificados, la primera prueba útil para saber si hay infección, alrededor de la cuarta semana, es la técnica de ELISA (ELISA, del inglés *Enzyme-linked immunosorbent assay*) que es sensible en más de 99%. En caso de ser positiva debe repetirse nuevamente. Si la segunda vez, es de nuevo positiva, debe realizarse la prueba confirmatoria.

¿Cómo es el tratamiento para el Sida?

La terapéutica a pesar de sus grandes esfuerzos y la multiplicidad de drogas disponibles, consigue alargar el tiempo de vida esperado, pero sin erradicar la infección. El lapso de la infección antes del manejo actual era de 6 meses a 6 años y hoy día, con los últimos avances, está entre 6 a 11 años.

¿Cuáles son las medidas de prevención?

La más importante es el sexo con uso del condón, la segunda, es una pareja estable. En general hay cuatro grupos básicos de prevención dependiendo del grupo de riesgo:

1. Para personas no infectadas: Abstinencia. Uso del preservativo o condón. Se recomienda pareja estable.
2. Para personas VIH (+): Abstinencia; no donar sangre ni órganos. Relación sexual con condón.
3. Para drogadictos: Evitar la práctica de intercambio de jeringas ya usadas, e ingresar a grupos para farmacodependientes.
4. Para médicos y profesionales de la salud: Uso debido de guantes y manejos de condiciones lo más higiénicas posibles. Desecho apropiado de jeringas y otros materiales contaminados.
5. Para el grupo de adolescentes. Son útiles las campañas del "sexo seguro" con preservativo, el inicio de vida sexual más tardía con una pareja estable y el control prenatal temprano en jóvenes embarazadas. Hoy en día, con preocupación este grupo ha presentado el mayor crecimiento de nuevos casos, por lo que se debe reforzar y destacar la importancia de la prevención en los jóvenes, para disminuir los casos y el impacto futuro.

Fuente: www.saludhoy.com/htm/sexual/artículo/sida1.htm

CAPÍTULO

VIII

Sistema respiratorio

La insuficiencia respiratoria aguda es un cuadro clínico muy frecuente en nuestro medio , sobre todo en épocas de invierno. Una de las causas más frecuentes de este cuadro es la neumonía, la cual afecta primordialmente a niños, como se observa en la presente foto.

CAPÍTULO

VIII

Sistema respiratorio

SISTEMA RESPIRATORIO

Capítulo VIII

Objetivos

- *Conocer los órganos que forman parte del sistema respiratorio.*
- *Valorar la importancia de los gases intervinientes, como O_2 y CO_2.*
- *Conocer la función de las vías respiratorias como mecanismo de defensa del organismo.*
- *Conocer la relación que existe entre los gases del medio ambiente con los de la sangre.*

Introducción

El ser humano, por ser un sistema dependiente de oxígeno, necesita de un medio para abastecerse de este elemento vital. Es así que, gracias al sistema respiratorio, se abastece del indispensable gas oxígeno (O_2) para su metabolismo celular; y como resultante de dicho proceso elimina el anhídrido carbónico (CO_2), un gas tóxico para las células.

Pero la respiración no solamente es el intercambio de gases, sino que tiene como objetivo final la generación de energía y otros productos, como el anhídrido carbónico y agua a nivel celular. Para este fin, el sistema respiratorio proporciona la cantidad adecuada de oxígeno y elimina la cantidad adecuada de anhídrido carbónico.

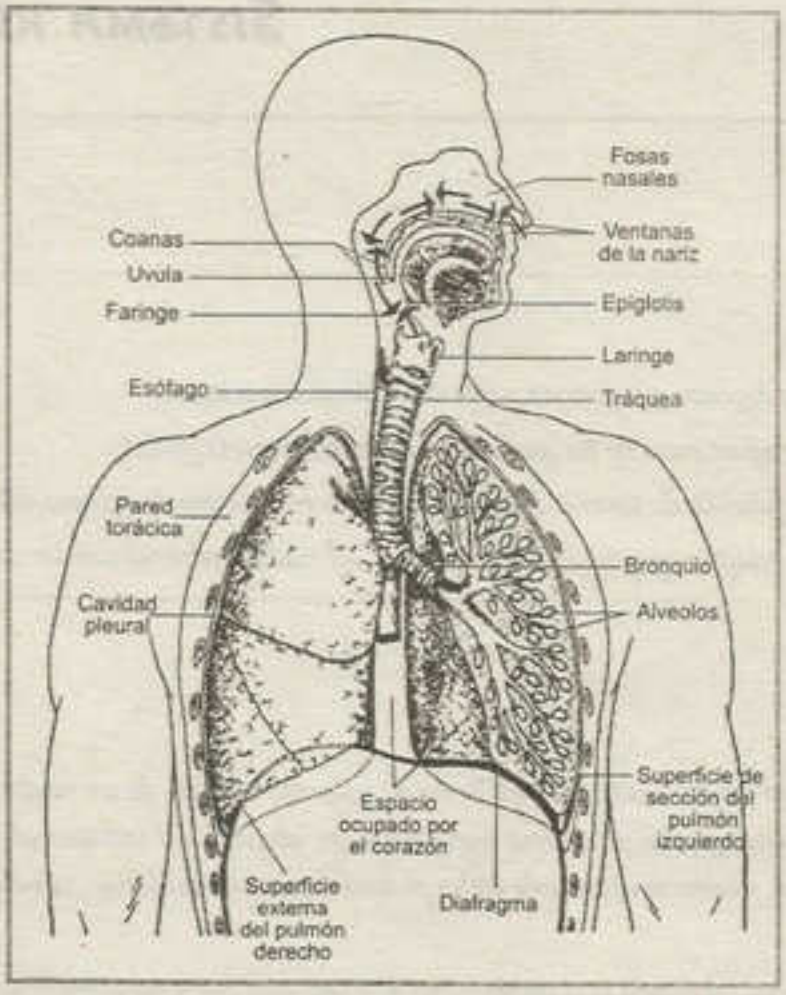
El oxígeno ingresa a los pulmones con el aire inspirado y, desde aquí, es entregado al torrente sanguíneo para ser transportado a los tejidos, de la misma manera los tejidos entregan el anhídrido carbónico al torrente sanguíneo y son transportados a los pulmones para su liberación al medio ambiente.

El sistema respiratorio conformado por los pulmones y las vías respiratorias, no sólo sirve para el paso de los gases, sino también interviene como mecanismo de defensa, sobre todo en el reflejo de la tos y estornudo, además de la vocalización de las palabras.

Si fracasa la función del sistema respiratorio se altera la homeostasis y se produce la muerte rápida de las células por agotamiento de O_2 y acumulación de CO_2 en las células.

LAS VÍAS RESPIRATORIAS

Las vías respiratorias o porción conductora está constituida por un conjunto de cavidades y tubos interconectados que conducen el aire hasta los pulmones. Está conformado por las fosas nasales, faringe, laringe, tráquea, bronquios y bronquiolos.



Estructura general del sistema respiratorio

1 LAS FOSAS NASALES

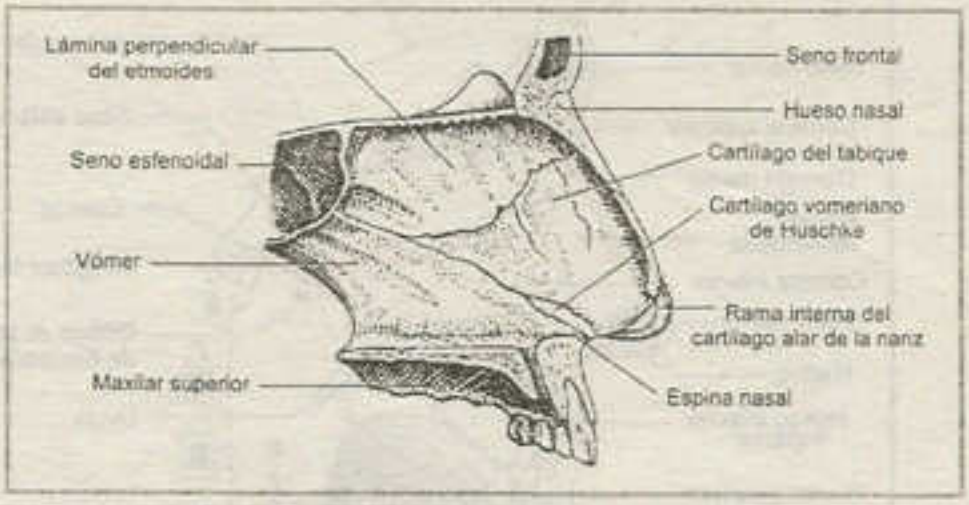
twitter.com/calapenshko

Son dos cavidades que se encuentran divididas entre sí por el tabique nasal. Están localizadas en la parte media de la cara, debajo del cráneo y encima de la boca.

1.1. LÍMITES

Presenta los siguientes límites:

- **Anterior**: Orificios nasales anteriores o narinas, las cuales se comunican con el medio externo.
- **Posterior**: Orificios nasales posteriores o coanas, las cuales se comunican con la nasofaringe.
- **Superior (techo)**: Formado por la lámina cribosa del hueso etmoides, esta presenta pequeños agujeros que van a permitir el pasaje de los axones de las neuronas bipolares, las cuales van a constituir el nervio olfatorio (I par craneal).
- **Inferior (Piso)**: Paladar óseo, formado por la apófisis palatina del maxilar superior y por la apófisis horizontal del palatino.
- **Laterales**: Conformado por las masas laterales del hueso etmoides, (presenta los cornetes superior y medio) y los cornetes inferiores (huesos independientes). Debajo de cada cornete se encuentra una depresión llamada meato, en donde desembocan los senos paranasales.
- **Medial (interno)**: Constituido por el tabique nasal, el cual está formado por arriba por la lámina perpendicular del hueso etmoides, por abajo por el vómer y por delante por el cartílago del tabique nasal.



Corte sagital del esqueleto de la nariz. Se observa la presencia de los huesos, que se encuentran formando principalmente el tabique nasal.

1.2. REGIONES

Las fosas nasales poseen tres regiones:

- **Región vestibular**: Es la porción más anterior y dilatada de las fosas nasales. Se comunica hacia la parte anterior con el ambiente externo. Está revestida por epitelio poliestratificado plano no queratinizado, el cual descansa en una lámina propia de tejido conectivo. Posee glándulas sebáceas y sudoríparas. Asimismo, presenta pelos llamados vibrisas, los cuales se encargan de la filtración inicial del aire inspirado.

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

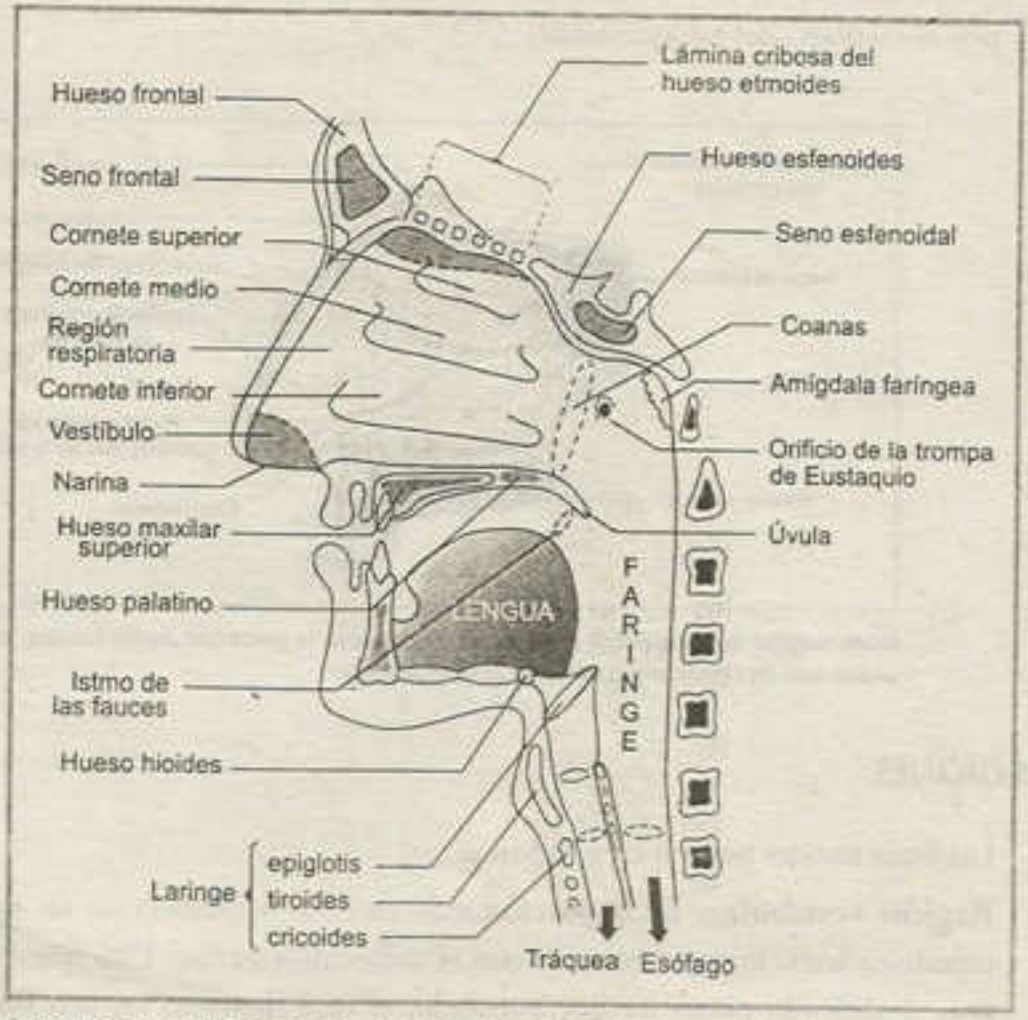
Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

- **Región respiratoria**: Es la región que abarca mayor área de las fosas nasales. Se encuentra revestida por la mucosa respiratoria, la cual está formada por epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado con células caliciformes que secretan mucus; este epitelio descansa sobre una lámina propia de tejido conectivo. Esta región contiene abundantes vasos sanguíneos y es por ello su color rosado.

- **Región olfatoria**: Ocupa la parte superior de las fosas nasales. Se encuentra revestida por la mucosa olfatoria y se encarga de recibir estímulos olfatorios. En el ser humano, la superficie total de la mucosa olfatoria sólo es de unos pocos centímetros cuadrados, (5 cm^2 aproximadamente), mientras que en animales con agudo sentido del olfato, la superficie total de la mucosa olfatoria es bastante mayor.

  La mucosa olfatoria, entre otras células, posee neuronas bipolares denominadas células olfatorias, estas tienen una vida media de aproximadamente un mes. Si se lesionan, son reemplazadas nuevamente, ya que son las únicas neuronas que son sustituidas en la vida posnatal.



Corte sagital de la cabeza y cuello donde se observa las estructuras que forman parte de las vías respiratorias superiores y su relación con la vía digestiva.

1.3. FUNCIONES

- Vía respiratoria: Permite el pasaje del aire del medio externo a la faringe y viceversa.
- Filtra, calienta y humedece el aire inspirado: Cuando el aire ingresa por las narinas, las vibrisas atrapan las grandes partículas de polvo. El aire pasa enseguida a la región respiratoria y hace remolinos en torno a los cornetes y meatos, y es calentado por los capilares sanguíneos de esta región. El mucus secretado humedece el aire inspirado y también atrapa partículas de polvo. Las fosas nasales preparan y acondicionan el aire inspirado para luego enviarlo a las vías respiratorias inferiores.
- Capta estímulos olfatorios a través de la mucosa olfatoria.
- Actúan como cajas de resonancia de la voz.

Senos Paranasales

Son cavidades óseas neumáticas, localizadas en el interior de los siguientes huesos: frontal, esfenoides, etmoides y maxilares superiores. El recién nacido solo posee indicios de senos paranasales, alcanzan su tamaño definitivo alrededor de los 25 años. Todos son pares, pero dado el desarrollo independiente de cada lado, estos son frecuentemente asimétricos. Están revestidos por la mucosa respiratoria y desembocan en los meatos. En el meato superior, desemboca el seno esfenoidal y las celdillas etmoidales posteriores; en el meato medio, el seno frontal, el seno maxilar (es el seno paranasal más grande) y las celdillas etmoidales anteriores. El moco producido por los senos es barrido hacia las cavidades nasales mediante movimientos ciliares coordinados. Los senos paranasales sirven como cajas de resonancia de la voz, asimismo calientan y humedecen el aire inspirado.

2 LA FARINGE

Es un órgano músculo-membranoso de forma tubular que se comunica con las fosas nasales, cavidad oral, laringe y esófago. Se localiza delante de las vértebras cervicales y detrás de las fosas nasales, boca y laringe. Se extiende desde la base del cráneo hasta la sexta vértebra cervical (C_6). Mide 12-14 cm de longitud y funciona como vía de paso para el aire y los alimentos, así mismo proporciona una cámara de resonancia de la voz.

Se encuentra dividida en tres regiones:

- **Nasofaringe (rinofaringe)**: Se localiza detrás de las fosas nasales y se comunica con esta a través de las coanas. Se extiende desde la base del cráneo hasta el velo del paladar. Se encuentra revestida por epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado. En su pared existen dos orificios que corresponden a las trompas de Eustaquio. En su pared posterior se encuentra también la amígdala faríngea. La nasofaringe se comporta como vía respiratoria.

- **Bucofaringe (orofaringe)**: Se ubica detrás de la cavidad bucal y se comunica con esta a través del istmo de las fauces. Se extiende desde el velo del paladar hasta una línea imaginaria horizontal que pasa a nivel del hueso hioides. Se encuentra revestida por epitelio poliestratificado plano no queratinizado y posee dos pares de amígdalas, las palatinas y las linguales, estas últimas situadas en la base de la lengua. La bucofaringe tiene función tanto respiratoria como digestiva, ya que constituye una vía común para el paso del aire, alimentos y bebidas.
- **Laringo-faringe (hipofaringe)**: Se localiza por detrás de la laringe comunicándose con esta a través del aditus laríngeo. Se extiende desde la altura del hueso hioides hasta la sexta vértebra cervical (C_6), continuándose con el esófago. Está revestida por epitelio poliestratificado plano no queratinizado. Sirve como vía digestiva.

3 La laringe

Es un órgano cilíndrico músculo-cartilaginoso que comunica la faringe con la tráquea. Se encuentra ubicada en la parte anterior y media del cuello, debajo del hueso hioides, encima de la tráquea y delante de la laringo-faringe. Se extiende desde la cuarta vértebra cervical (C_4) hasta la sexta vértebra cervical (C_6), mide aproximadamente 4,4 cm de longitud.

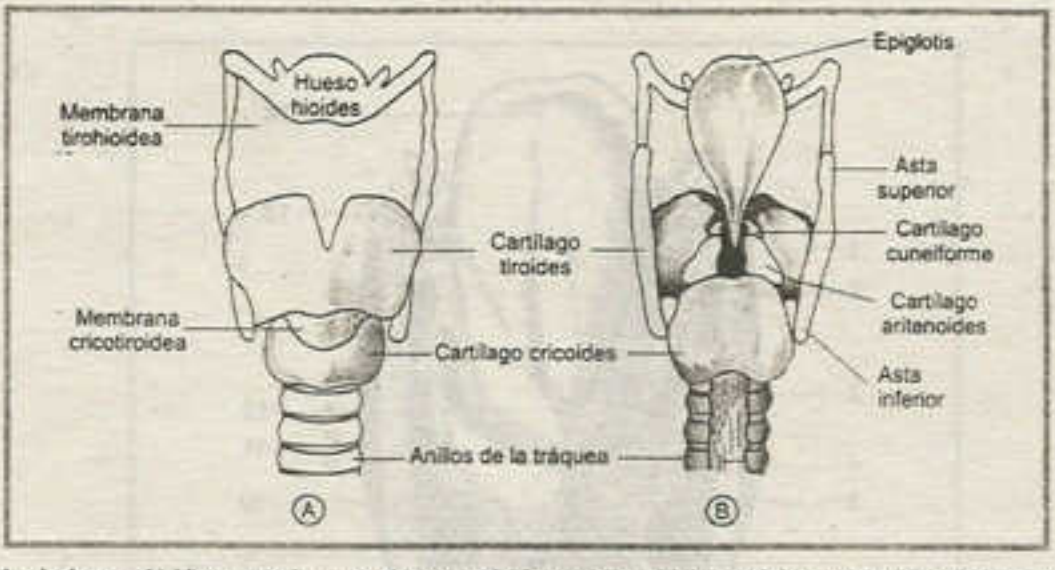
Presenta, de adentro hacia afuera, las siguientes capas histológicas:

- **Mucosa**. Está constituida por epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado y lámina propia de tejido conectivo. Presenta dos pares de pliegues, los cuales se orientan en sentido anteroposterior. Estos pliegues mucosos reciben el nombre de cuerdas vocales: las cuerdas vocales[1] superiores o falsas y las cuerdas vocales inferiores o verdaderas, estas últimas se encuentran revestidas por epitelio poliestratificado plano no queratinizado. Dentro de cada cuerda vocal se incluye un ligamento de sostén y un músculo esquelético, denominado músculo vocal.

  El espacio comprendido entre las cuerdas vocales inferiores o verdaderas se denomina glotis. Al espacio comprendido entre la cuerda vocal superior e inferior de un mismo lado, se le denomina ventrículo laríngeo o de Morgagni. Asimismo, las cuerdas vocales inferiores o verdaderas son las únicas que intervienen en la fonación.
- **Muscular interna**. Constituida por los músculos intrínsecos, estos son responsables de la tensión generada en las cuerdas vocales y de abrir y cerrar la glotis.

[1] "La inflamación de las cuerdas vocales produce ronquera o pérdida de la voz debido a que interfiere con la contracción de las cuerdas o hace que se encuentren tan edematosas que no pueden vibrar libremente. Muchos fumadores adquieren una ronquera permanente debido a la lesión producida por la inflamación crónica". *Principios de Anatomía y Fisiología* Tortora-Grabowsky. Pág 726.

- **Cartilaginosa**. Forma el armazón o esqueleto de la laringe. Está constituida por nueve cartílagos: tres impares (epiglotis, tiroides y cricoides) y tres pares (aritenoides, corniculados o de Santorini y cuneiformes o de Wrisberg). El cartílago tiroides está constituido por dos placas de cartílago hialino fusionadas que forman la pared anterior de la laringe. En el varón se encuentra más desarrollado que en la mujer. Durante la deglución, la laringe se eleva, ello hace que el borde libre de la epiglotis cierre la glotis; de ésta manera , la laringe se cierra y los alimentos sólidos y líquidos penetran en el esófago y eluden a la laringe y a la vía aérea inferior a ella. Cuando algo que no es aire penetra en la laringe, el reflejo de la tos intenta expulsarlo.
- **Muscular externa**. Constituida por los músculos extrínsecos, los cuales se encargan de elevar la laringe durante la deglución.



La laringe. A) Vista anterior , se observa principalmente, al hueso hioides y cartílago tiroides y cricoides. B) Vista posterior, notese la presencia de la epiglotis y cartílagos pares.

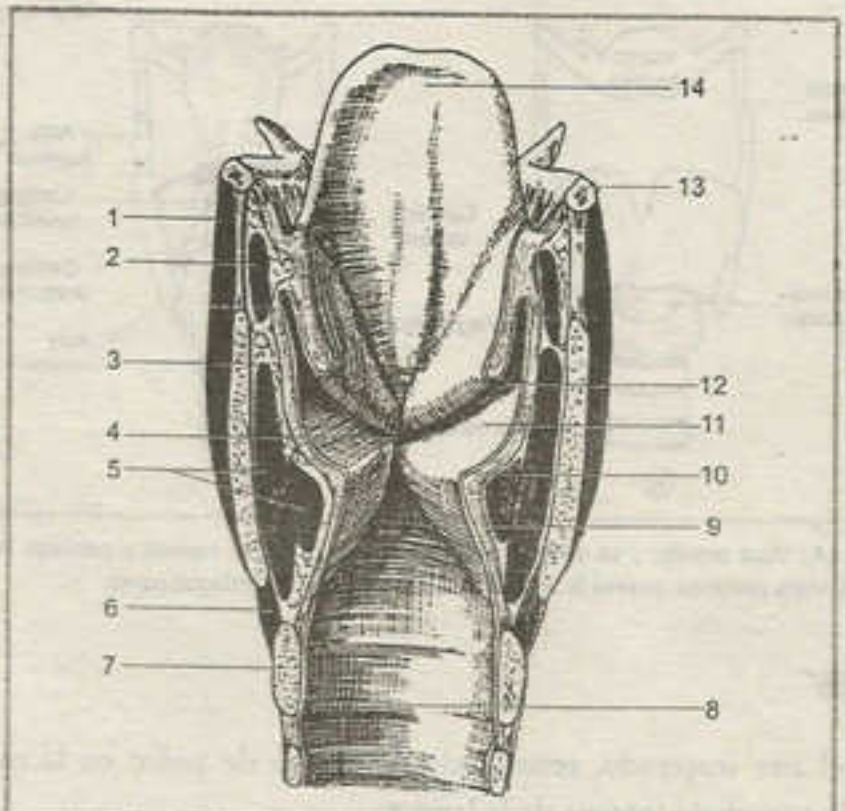
3.1. FUNCIONES

- Purifica el aire inspirado, reteniendo partículas de polvo en la capa de moco que recubre la superficie interna de la laringe.
- Impide el pasaje de alimentos hacia la vía respiratoria, cerrando la glotis durante la deglución.
- Órgano de la fonación: El aire que es expulsado de los pulmones se dirige contra las cuerdas vocales inferiores produciendo su vibración y la emisión de sonidos.

3.1.1. Producción de la voz

Para la producción de la voz intervienen diferentes órganos, tales como la laringe, faringe, boca y labios.

En la laringe se realiza la fonación, que consiste en la producción de sonidos por medio de la vibración de las cuerdas vocales inferiores. Estos sonidos, posteriormente, son modificados en la faringe, boca, cavidad nasal y los senos paranasales, los cuales actúan como cámaras de resonancia y junto con el grado de apertura de la boca proporciona a la voz su calidad humana e individual. En la fonación, los músculos intrínsecos de la laringe aproximan a las cuerdas vocales cerrando la glotis. Si la presión del aire infraglótico aumenta y logra abrir la glotis, entonces las cuerdas vocales vibran y emiten un sonido. El tono del sonido está determinado por el grado de tensión de las cuerdas vocales, si la tensión es mayor, el tono tiende a ser más agudo. El tono disminuye cuando aumenta la masa de la cuerda vocal, tal como sucede en los varones, los cuales por acción hormonal (andrógenos) poseen cuerdas vocales más gruesas que las mujeres y, por tanto, un tono de voz más grave.

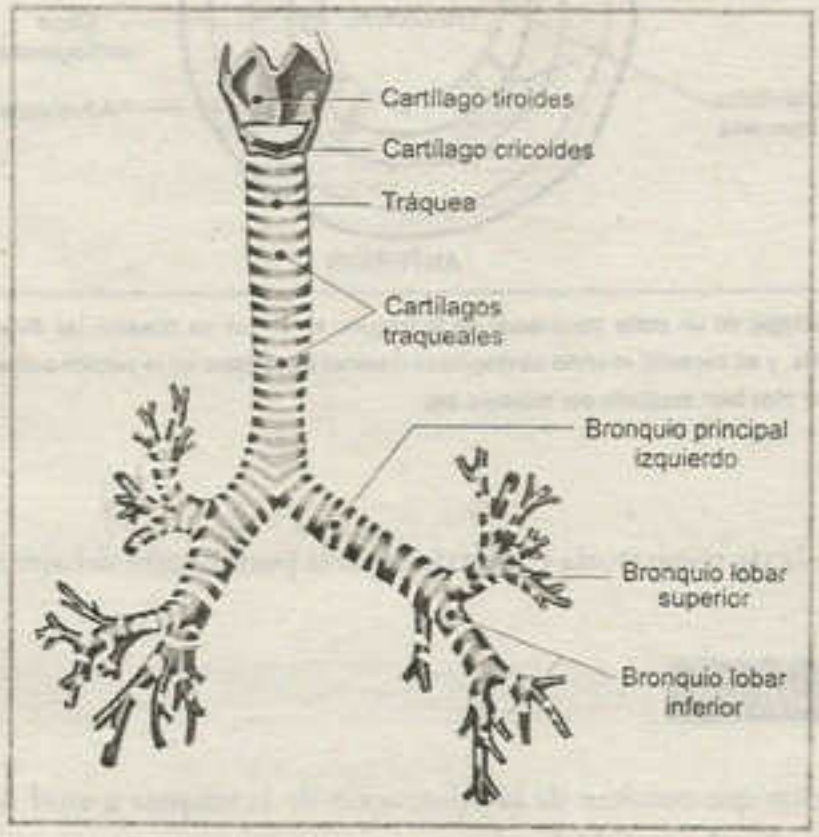


1. Músculo tirohioideo	8. Cavidad infraglótica (laringe)
2. Músculo ariepiglótico	9. Ligamento cricoaritenoideo
3. Cartílago tiroides	10. Cuerda vocal inferior
4. Fóvea central	11. Ventrículo de Morgagni
5. Músculo tiroaritenoideo	12. Cuerda vocal superior
6. Músculo cricotiroideo	13. Hueso hioides
7. Cartílago cricoides	14. Epiglotis (cara posterior)

Corte frontal de la laringe (segmento anterior) en el que se observa las estructuras internas, representadas por las cuerdas vocales y la glotis fundamentalmente. Además se evidencia el corte de algunos músculos que forman el esqueleto laríngeo.

4 La tráquea

Es una vía aérea tubular de naturaleza fibro-cartilaginoso que permite el paso del aire desde la laringe hacia los bronquios. Se localiza en la región torácica, por delante del esófago y detrás del esternón. Su límite superior se encuentra a la altura de la sexta vértebra cervical (C_6) y su límite inferior coincide con la cuarta vértebra dorsal (D_4). Mide 10-12 cm de longitud y 2,5 cm de diámetro.

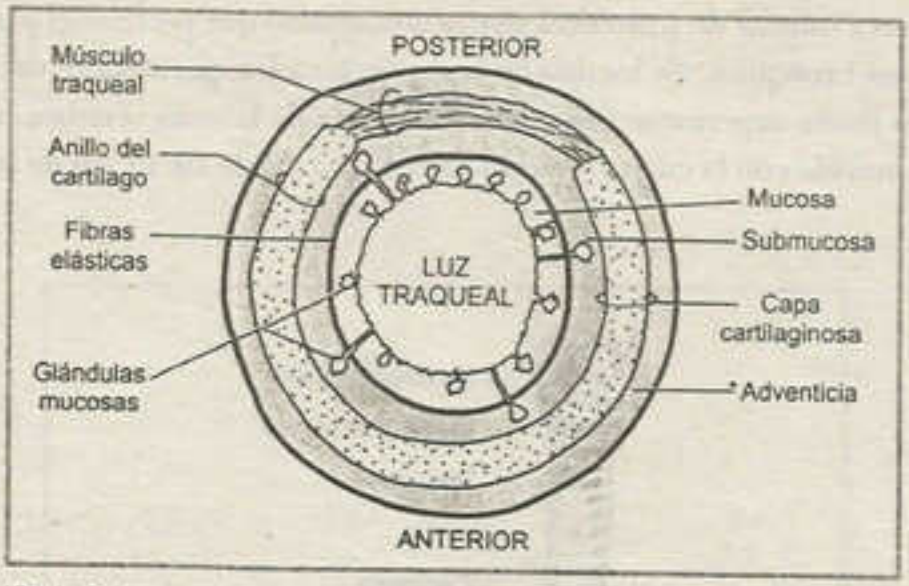


Árbol bronquial: Vista anterior, en el cual se observa las estructuras de la vía respiratoria inferior, así como las ramificaciones de los bronquios principales (extrapulmonares) en secundarios o lobares (intrapulmonares)

La tráquea presenta de adentro hacia afuera las siguientes capas histológicas:

- **Mucosa**: Está constituida por epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado con células caliciformes, secretoras de mucus. La lámina propia consiste en un tejido conectivo laxo rico en fibras elásticas. Contiene glándulas principalmente del tipo mucoso, cuyos conductos se abren en la luz traqueal.
- **Submucosa**: Formada por tejido conectivo laxo con glándulas seromucosas.
- **Cartilaginosa-muscular**: Está constituida por 16 a 20 anillos incompletos de tipo hialino en forma de "C", uno debajo del otro y abiertos posteriormente. El espacio posterior se encuentra cerrado por fibras transversales de músculo liso, que forman el músculo traqueal. También se observa tejido conectivo elástico con abundantes fibras elásticas de orientación longitudinal.

- **Adventicia**: formada por tejido conectivo laxo.



Histología de un corte transversal de la tráquea en el que se observa las diversas capas, y en especial el anillo cartilaginoso (hialino) incompleto en la porción posterior, lugar mas bien ocupado por músculo liso.

Función

Forma parte de la vía respiratoria e interviene en la purificación del aire inspirado.

5 Los bronquios

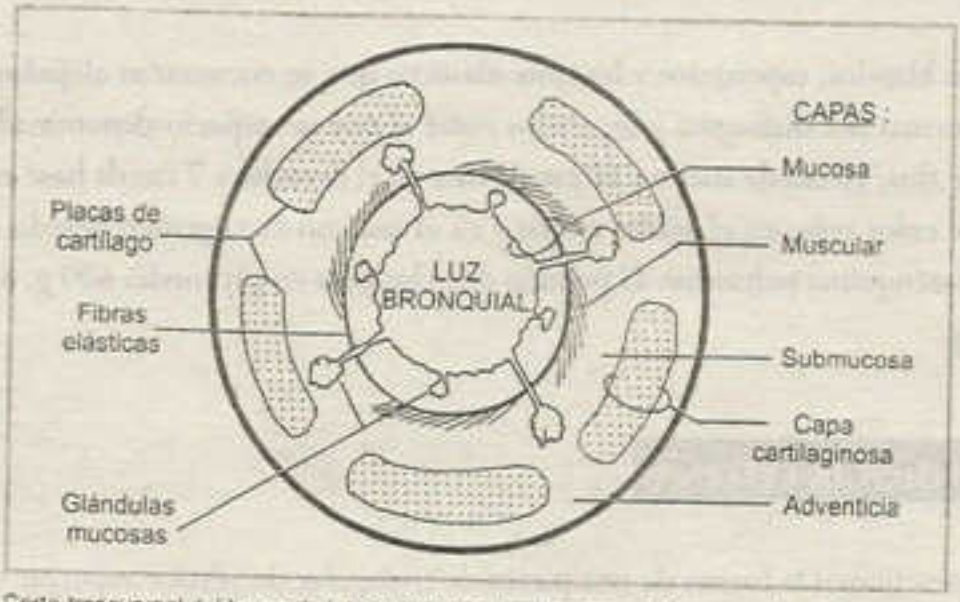
Son dos conductos que resultan de la bifurcación de la tráquea a nivel de la cuarta vértebra dorsal (D4) o carina. Pueden ser de dos tipos:

- **Bronquio extrapulmonar o principal**. Se denomina también primario. Son 2 (derecho e izquierdo) y resulta de la bifurcación de la tráquea. Cada bronquio principal ingresa a cada pulmón. El bronquio principal derecho es más vertical, de menor longitud (2,5 cm) y de mayor calibre (1,5 cm) que el bronquio principal izquierdo.
- **Bronquio intrapulmonar**. Cada bronquio principal se divide en bronquios lobares o secundarios, los cuales ingresan a un lóbulo pulmonar. Existen tres bronquios lobares en el lado derecho y dos en el izquierdo.

  Los bronquios lobares se dividen y originan a los bronquios segmentarios o terciarios. Es así que, son 10 en el lado derecho y 8 en el izquierdo. Cada bronquio segmentario ingresa a un segmento pulmonar.

  La histología de los bronquios extrapulmonares o principales es similar a la tráquea. Los bronquios intrapulmonares se diferencian de la tráquea, en la presencia de cartílagos, los

cuales adoptan la forma de placas cóncavas. Se encuentran, además, revestidos por epitelio monoestratificado cilíndrico ciliado[2].



Corte transversal del bronquio intrapulmonar observándose la discontinuidad del cartílago hialino (incompleto) y el aumento de músculo liso con relación a la tráquea, pero ahora rodea la luz formando una banda en espiral.

Función

Conducen y purifican el aire inspirado.

6 Los bronquiolos

Son conductos pequeños que tienen un diámetro de 1 mm o menos y están desprovistos de cartílagos y glándulas. Cada uno ingresa a un lobulillo pulmonar, en cuyo interior se dividen en bronquiolos terminales (aquí terminan las vías respiratorias). Los bronquiolos terminales se dividen en bronquiolos respiratorios, que se abren en los conductos alveolares, estos se comunican con los sacos alveolares, formados a su vez por alveolos pulmonares. La mucosa está constituida por epitelio monoestratificado cilíndrico ciliado y lámina propia de tejido conectivo. La submucosa presenta fibras elásticas y fibras musculares lisas. La adventicia contiene tejido conectivo.

En un ataque de **asma**, el músculo liso de los bronquiolos se contrae, reduciendo el diámetro de las vías aéreas y causando una alteración potencialmente mortal.

Función

Conducen y purifican el aire inspirado.

---

[2] "En el fumador habitual, las células epiteliales cilíndrico ciliadas normales de la tráquea y bronquios a menudo son sustituidas total o regionalmente por células epiteliales escamosas estratificadas". *Patología estructural y funcional*. Robbins. Pág 54.

LOS PULMONES

Son órganos blandos, esponjosos y bastante elásticos que se encuentran alojados en la cavidad torácica, por encima del diafragma y separados entre sí por un espacio denominado mediastino. Mide 25 cm. de alto, 16 cm de ancho y 10 cm de base en el derecho y 7 cm de base en el izquierdo. En el feto es de color rojo, en el adulto es gris y en el anciano es negruzco debido al depósito de carbón[3] en el parénquima pulmonar. El pulmón derecho pesa en promedio 600 g, mientras que el izquierdo 500 g.

1 Morfología externa

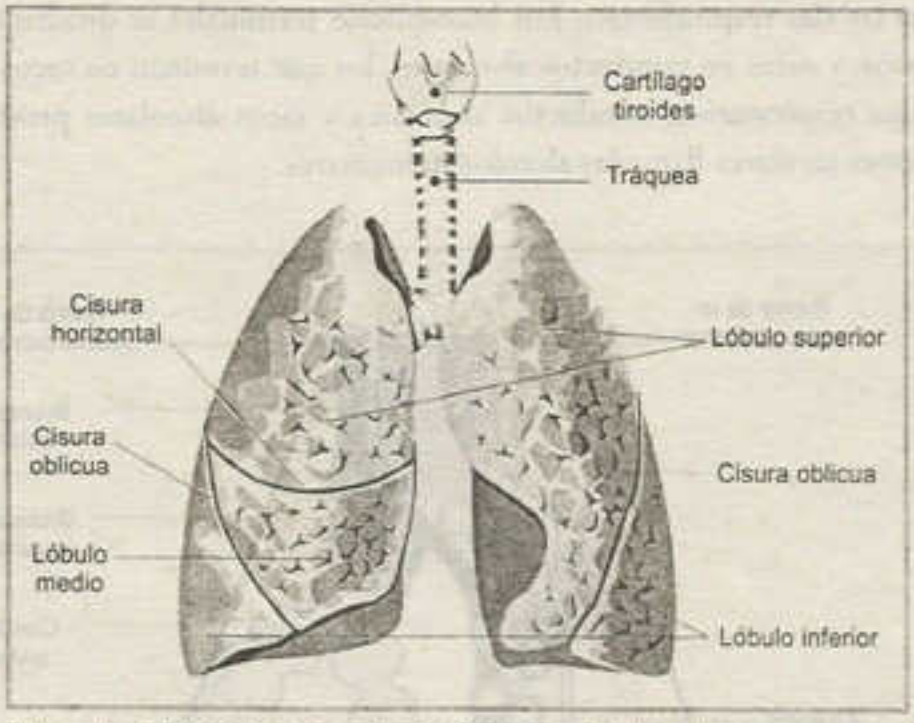
Los pulmones tienen la forma de una pirámide triangular de vértice superior y base inferior apoyado sobre el músculo diafragma. Posee tres caras:

- **Cara externa o costal**. Es lisa y convexa y está en relación con las costillas.
- **Cara interna o mediastínica**. Es cóncava y está en relación al corazón. En su parte media, presenta el hilio pulmonar por donde pasa el pedículo pulmonar, el cual está constituido por el bronquio principal, arteria pulmonar y bronquial, venas pulmonares y bronquiales, vasos linfáticos y nervios pulmonares. Estas estructuras se mantienen unidas, gracias a la pleura y al tejido conectivo.
- **Cara inferior o diafragmática**. Corresponde a la base, es cóncava y se apoya sobre el músculo diafragma.

El pulmón posee una irrigación nutricional, dada por las arterias bronquiales; y una irrigación funcional por medio de las arterias pulmonares.

Cada pulmón posee unas depresiones profundas llamadas cisuras, las cuales dividen al pulmón en lóbulos. El pulmón izquierdo está dividido en dos lóbulos (superior e inferior) por una cisura oblícua. El pulmón derecho se halla dividido en tres lóbulos (superior, medio e inferior) por dos cisuras, una oblícua y otra horizontal. Cada lóbulo pulmonar se divide en segmentos, observándose en el pulmón derecho 10 segmentos y en el izquierdo 8 segmentos.

[3] "La antracosis es la lesión pulmonar más inofensiva inducida por el carbón que aparece en los mineros del carbón y también suele verse en todos los habitantes de las ciudades y en los fumadores. El pigmento que se inhala del carbón es atrapado por los macrófagos alveolares o del intersticio y luego se acumula bien en el tejido conectivo o bien en el tejido linfoideo". *Patologic estructural y funcional*. Robbins. Pág 782



Vista anterior de los pulmones en el cual se aprecia los lóbulos pulmonares, tres en el derecho y dos en el izquierdo, separados por las cisuras, dos en el pulmón derecho y uno en el pulmón izquierdo.

2 LA PLEURA

Es una membrana serosa que envuelve al pulmón para protegerlo. Está constituida por dos hojas:

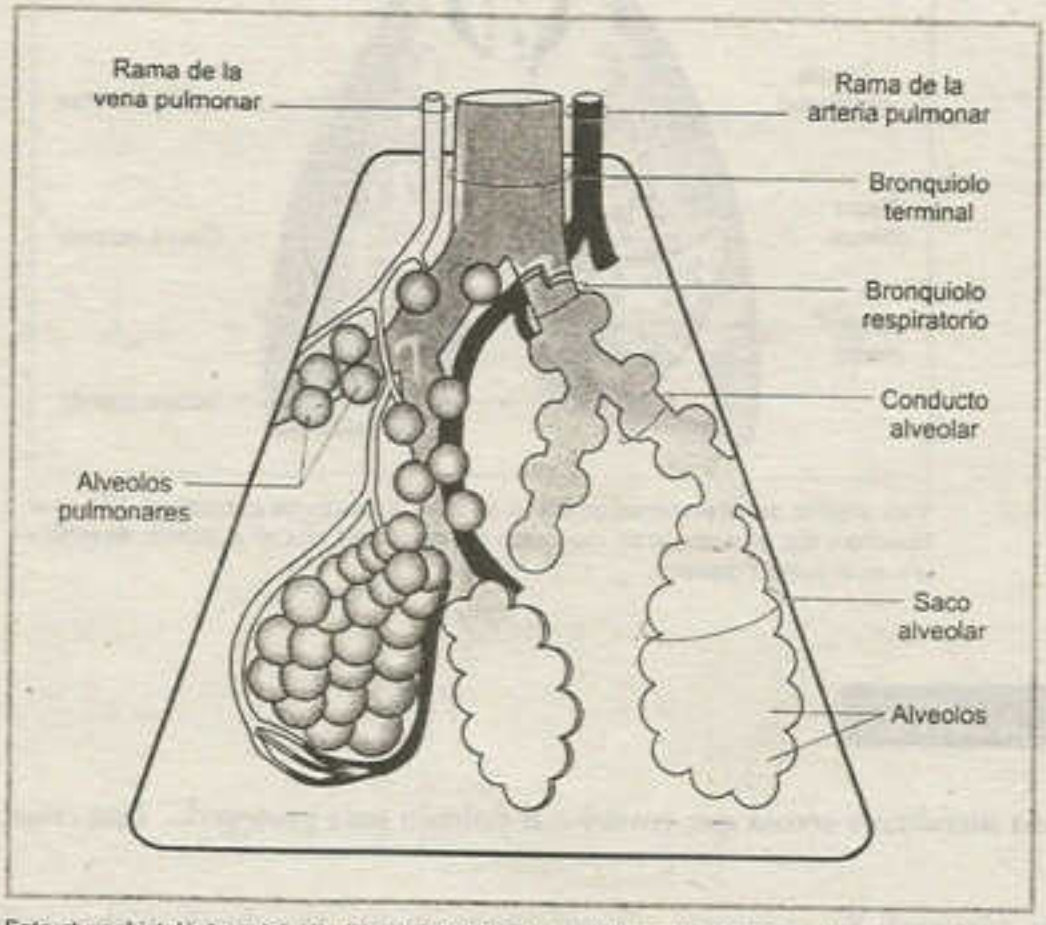
- **Hoja visceral**: Se encuentra adherida íntimamente al pulmón. Cubre toda la superficie pulmonar, excepto a nivel del hilio pulmonar, en donde se refleja sobre sí misma para formar la hoja parietal.
- **Hoja parietal**: Se encuentra adherida a toda la superficie interna de la pared torácica. Ambas hojas están constituidas por mesotelio y tejido conectivo y determinan el espacio pleural, que normalmente contiene una secreción lubricante denominada líquido pleural, la cual evita el roce de las hojas pleurales durante los movimientos respiratorios.

3 HISTOLOGÍA

3.1. LOBULILLO PULMONAR

Es la unidad anatómica y fisiológica del pulmón. Tiene forma piramidal y contiene un vaso linfático, una arteriola, una vénula y una rama de un bronquiolo terminal (a este nivel

concluyen las vías respiratorias). Los bronquiolos terminales se dividen en bronquiolos respiratorios, y estos en conductos alveolares, los que terminan en sacos alveolares. Los bronquiolos respiratorios, conductos alveolares y sacos alveolares presentan pequeñas evaginaciones saculares llamadas alveolos pulmonares.



Estructura histológica del lóbulillo pulmonar que muestra sus componentes, insinuados por pequeñas evaginaciones en forma de sacos llamados alveolos, los cuales son mas abundantes en su porción distal (saco alveolar)

3.2. ALVEOLOS PULMONARES

Son pequeños sacos que miden 200-300 um de diámetro y determinan una superficie de 70 - 80 m^2. Están rodeados y separados entre sí por una delgada capa de tejido conectivo que contiene abundantes capilares sanguíneos. Son los responsables de la estructura esponjosa del parénquima pulmonar. Existen aproximadamente 300 millones de alveolos entre ambos pulmones. La pared alveolar presenta las siguientes células:

3.2.1. Neumocitos I

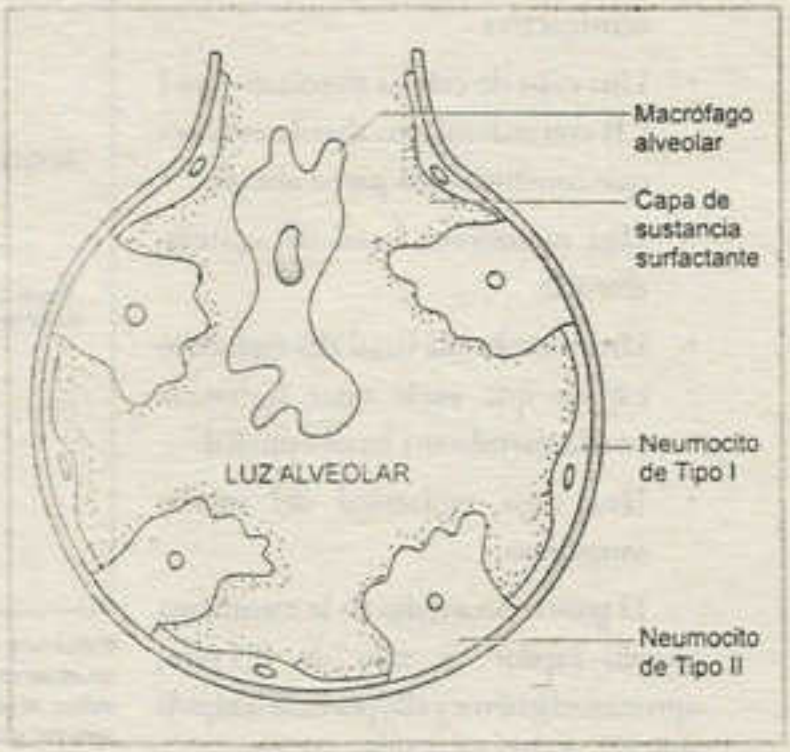
Son células epiteliales planas muy delgadas. Representan alrededor del 40% de la población celular alveolar, pero revisten aproximadamente el 95% de la superficie de los alveolos. Forman la pared alveolar y permiten el intercambio gaseoso.

3.2.2. Neumocitos II

Son células redondas y grandes. Representan el 60% de la población celular alveolar, pero debido a su forma solo revisten el 5% de la superficie alveolar. Elaboran una compleja mezcla de fosfolípidos y lipoproteínas, denominada sustancia surfactante o agente tensioactivo. El surfactante impide que las paredes alveolares se colapsen durante el proceso de la espiración.

3.2.3. Macrófago alveolar

Se le llama también "célula de polvo". Se encarga de fagocitar microorganismos y partículas de polvo. Se originan en la médula ósea y migran posteriormente al pulmón. Los denominados poros de Kohn permiten la comunicación entre los alveolos adyacentes y, de esta manera, permite la circulación de aire de uno a otro alveolo. La **neumonía** es una infección o inflamación aguda de los alveolos pulmonares, en la cual los sacos alveolares se llenan de líquido y leucocitos dificultando la difusión del O_2. Las personas más propensas a las neumonías son los ancianos, los lactantes, y los fumadores.



Estructura de un alveolo pulmonar, en la cual se observa la disposición de las células que forman parte de la pared alveolar (neumocitos) rodeados por la sustancia tensioactiva. Se observa además la célula de defensa de los alveolos (macrofago)

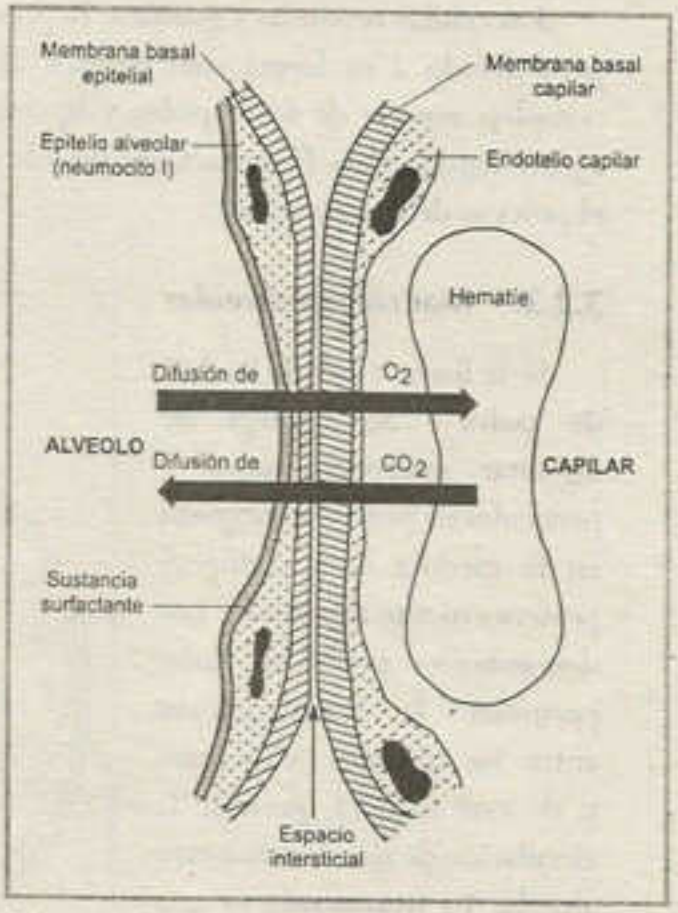
COMPOSICIÓN APROXIMADA DE LA SUSTANCIA TENSIOACTIVA	
Componentes	**Composición porcentual (%)**
Dipalmitoilfosfatidilcolina	62
Fosfatidilglicina	5
Otros fosfolípidos	10
Lípidos neutros	13
Proteínas	8
Carbohidratos	2

3.3. MEMBRANA ALVEOLO-CAPILAR

Se le denomina también membrana respiratoria. A través de ella se lleva a cabo el intercambio de gases entre el aire alveolar y la sangre. Está constituida por:

- La sustancia surfactante o tensioactiva.
- Una capa de células alveolares tipo I y II con macrófagos alveolares libres que constituyen la pared alveolar.
- Una membrana basal del epitelio alveolar.
- Una membrana basal del endotelio capilar que suele estar fusionada con la membrana basal epitelial.
- Una capa endotelial del capilar sanguíneo.

El grosor promedio de la membrana alveolo-capilar es sólo de 0,5 mm, aproximadamente y ello permite la rápida difusión de los gases respiratorios.



Estructura histológica de la membrana alveolo-capilar donde se observa la difusión gaseosa entre O_2 y CO_2. Estos gases deben atravezar las diversas capas que conforman la pared alveolar y capilar.

4 IRRIGACIÓN

El pulmón posee una irrigación pulmonar y una irrigación bronquial. La **irrigación pulmonar** deriva de la arteria pulmonar, que sale del ventrículo derecho del corazón. Las ramas de la arteria pulmonar transportan sangre desoxigenada hasta los capilares pulmonares; esta sangre es oxigenada y recolectada por los capilares venosos pulmonares, que se unen para formar las vénulas. Por último, forman las cuatro venas pulmonares que retornan la sangre a la aurícula izquierda del corazón.

La **irrigación bronquial**, a través de las arterias bronquiales, irriga todo el tejido pulmonar no alveolar. Las ramas más delgadas del árbol arterial bronquial también se abren a los capilares pulmonares. Por lo tanto, las circulaciones bronquial y pulmonar se anastomosan. Las venas bronquiales solo drenan de la región del hilio pulmonar. La mayor parte de la sangre, que llega a los pulmones por las arterias bronquiales, los abandona por las venas pulmonares.

FISIOLOGÍA RESPIRATORIA

El propósito principal de la respiración es suministrar O_2 a las células del cuerpo y remover el CO_2 producido por las actividades celulares. Comprende tres procesos:

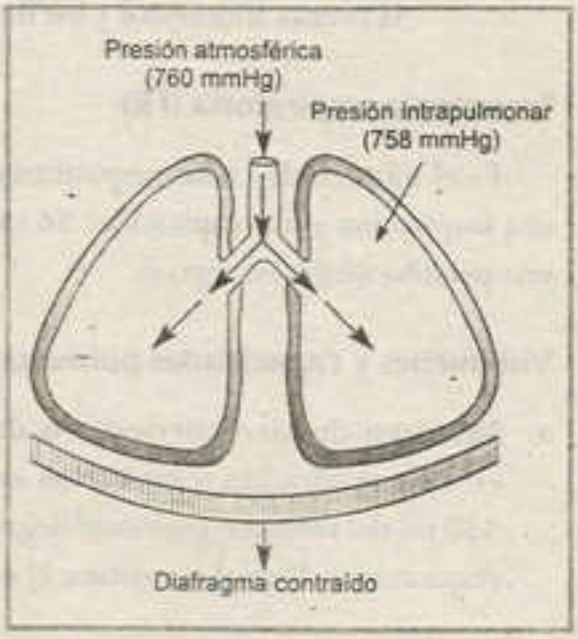
1 VENTILACIÓN PULMONAR

Es el intercambio de gases entre la atmósfera y los alveolos pulmonares. El movimiento de aire entre la atmósfera y los pulmones ocurre por una gradiente de presión. El aire ingresa a los pulmones cuando la presión en el interior de estos es inferior a la atmosférica. El aire sale de los pulmones cuando la presión en su interior es mayor que la atmosférica. Comprende dos etapas:

1.1. INSPIRACIÓN

Es el ingreso del aire atmosférico a los pulmones. Ocurren los siguientes eventos:

- El músculo diafragma se contrae y desciende, aumentando el diámetro vertical del tórax. La contracción del diafragma hace que este se aplane.
- Las costillas se elevan por la contracción de los músculos intercostales externos, aumentando el diámetro antero-posterior del tórax.
- La cavidad toráxica se expande por aumento de sus diámetros vertical y antero-posterior.
- Disminuye la presión intrapulmonar (758 mmHg), de tal modo que es menor que la presión atmosférica (760 mmHg). Esta pequeña gradiente de presión es suficiente para ocasionar el ingreso del aire a los pulmones.
- Es un proceso activo, porque depende de la contracción de los músculos esqueléticos. Dura 2 segundos.
- Durante una inspiración forzada aparte del diafragma y los intercostales externos, también intervienen: los escalenos, esternocleidomastoideos y pectorales mayores y menores.

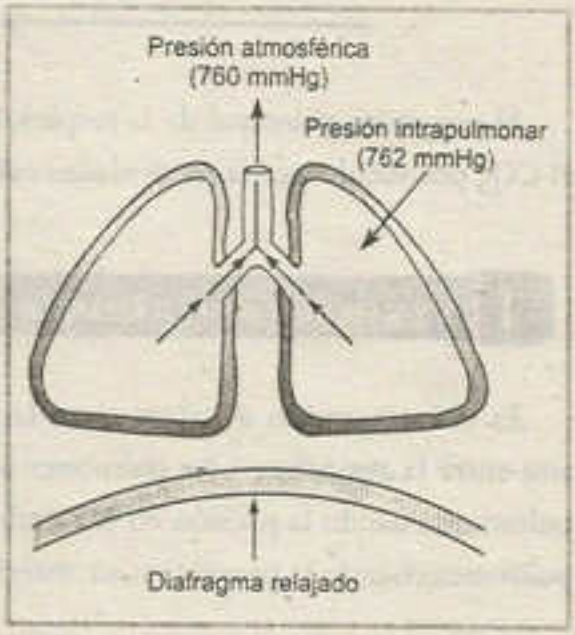


Para que el aire ingrese a los pulmones es necesario la contracción del diafragma así como la expansión pulmonar y la consiguiente disminución de la presión intrapulmonar.

1.2. ESPIRACIÓN

Es la salida del aire hacia la atmósfera. La expulsión del aire también se efectúa por una gradiente de presión, pero en este caso es una gradiente inversa al de la inspiración. Presenta los siguientes eventos:

- El músculo diafragma se relaja y asciende, disminuyendo el diámetro vertical del tórax.
- Las costillas bajan por relajación de los músculos intercostales externos, disminuyendo el diámetro antero-posterior del tórax.
- La cavidad torácica se reduce por disminución de sus diámetros vertical y antero-posterior.



Durante la espiración se relaja el diafragma y se incrementa la presión intrapulmonar.

- Aumenta la presión intrapulmonar (762 mmHg), de tal modo que es mayor que la presión atmosférica (760 mmHg). Esta diferencia de presión es suficiente para ocasionar la salida del aire de los pulmones.
- Es un proceso pasivo,[4] porque no depende de la contracción muscular. Dura 3 segundos.
- Durante una espiración forzada, se contraen los músculos espiratorios: músculos de la prensa abdominal y los intercostales internos.

Frecuencia respiratoria (FR)

Es el número de ciclos respiratorios durante un minuto. Un ciclo respiratorio comprende una inspiración y una espiración. Su valor normal es 12-18 ciclos respiratorios por minuto, en una persona adulta en reposo.

Volúmenes y capacidades pulmonares

a. **Volumen de aire corriente o de ventilación pulmonar (VAC).** Es el aire movilizado en cada inspiración o espiración normal. Su valor es aproximadamente 500 ml. Solo unos 350 ml del volumen corriente llegan a los alveolos. Los otros 150 ml permanecen en las vías respiratorias, lo cual constituye el espacio muerto anatómico.

[4] "La espiración se vuelve en un proceso activo en caso de respiración fatigosa y cuando existe un impedimento a la salida del aire de los pulmones".

b. **Volumen de reserva inspiratoria (VRI)**. Es la cantidad extra de aire que puede inspirarse después de una inspiración normal. Su valor es aproximadamente 3,000 ml.

c. **Volumen de reserva espiratoria (VRE)**. Es el volumen adicional de aire que puede espirarse después de una espiración normal. Su valor es aproximadamente 1,100 ml.

d. **Volumen de aire residual (VAR)**. Es el volumen de aire que permanece en los pulmones después de una espiración forzada. Su valor es aproximadamente 1,200 ml.

e. **Volumen de respiración minuto (Vm)**. Es el volumen de aire que entra o sale de los pulmones en el lapso de un minuto. Es igual al producto del volumen de aire corriente por la frecuencia respiratoria.

$$\boxed{Vm = VAC \times FR} \quad Vm = 500 \text{ ml/resp.} \times 12 \text{ resp/min} \rightarrow \boxed{Vm = 6000 \text{ ml/min}}$$

f. **Capacidad funcional inspiratoria (CFI)**. Es la cantidad de aire que puede inspirarse después de una espiración normal, distendiendo los pulmones al máximo. Su valor equivale a 3,500 ml. Se obtiene al sumar el volumen de aire corriente y el volumen de reserva inspiratoria.

$$\boxed{CFI = VRI + VAC} \quad CFI = (3000 + 500) \text{ ml} \rightarrow \boxed{CFI = 3500 \text{ ml}}$$

g. **Capacidad funcional residual (CFR)**. Es la cantidad de aire que permanece en los pulmones al final de una espiración normal. Su valor es 2,300 ml y resulta de la suma del volumen residual más el volumen de reserva espiratorio.

$$\boxed{CFR = VAR + VRE} \quad CFR = (1200 + 1100) \text{ ml} \rightarrow \boxed{CFR = 2300 \text{ ml}}$$

h. **Capacidad vital (CV)**. Es la cantidad máxima de aire que puede eliminarse desde una espiración máxima, luego de una inspiración máxima. Su valor es 4,600 ml y se obtiene al sumar el volumen de aire corriente, el volumen de reserva espiratorio y el volumen de reserva inspiratoria.

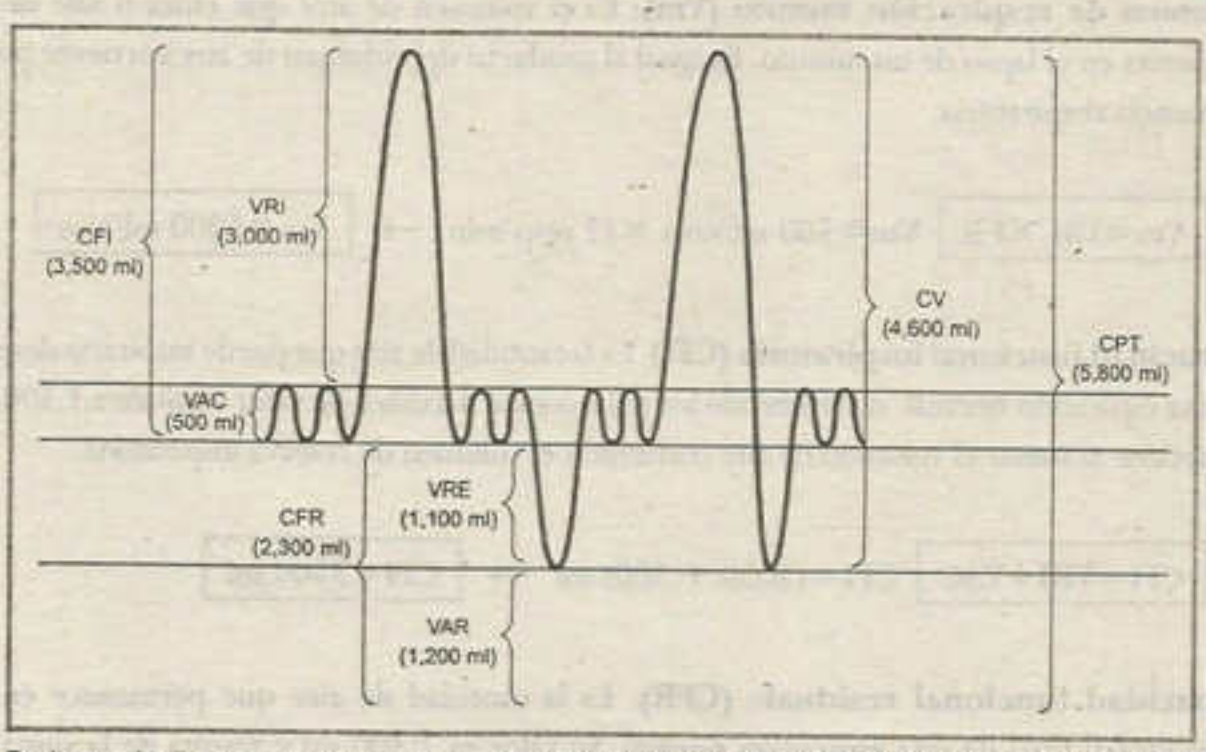
$$\boxed{CV = VAC + VRE + VRI} \quad CV = (500 + 1100 + 3000) \text{ ml} \rightarrow \boxed{CV = 4600 \text{ ml}}$$

i. **Capacidad pulmonar total (CPT)**. Es la capacidad máxima de aire que contienen los pulmones, después de una inspiración forzada. Su valor es aproximadamente 5,800 ml. Resulta al sumar la capacidad vital y el volumen de aire residual.

$$\boxed{CPT = CV + VAR} \quad CPT = (4600 + 1200)\ ml \rightarrow \boxed{CPT = 5800\ ml}$$

Los volúmenes y capacidades pulmonares son 20 - 25% menores en las mujeres y son mayores en individuos altos y atléticos, aumentando en posición de pie.

El HIPO es la contracción espasmódica del diafragma la cual es seguida de un cierre espasmódico de la glotis que produce un sonido inspiratorio agudo. El estímulo generalmente es la irritación de las terminaciones nerviosas sensitivas del tracto gastrointestinal.



Espirometría. El esquema muestra la relación de volúmenes y capacidades pulmonares promedio de un hombre adulto.

2 INTERCAMBIO DE GASES

2.1. LEY DE DALTON

Según la ley de Dalton, "la presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de cada gas que compone la mezcla". La presión de un gas específico de la mezcla se denomina presión parcial, esta presión contribuye a la presión total en un porcentaje que depende de su concentración en la mezcla de gases.

El aire atmosférico es un mezcla de gases, tales como: oxígeno, anhídrido carbónico, nitrógeno, vapor de agua y otros gases en cantidades sumamente pequeñas que no se toman en cuenta. Así, la presión atmosférica es igual a la suma de las presiones parciales de cada gas.

$$\text{Presión atmosférica} = pO_2 + pN_2 + pCO_2 + pH_2O = 760 \text{ mmHg}$$

pO_2 : presión parcial del oxígeno (O_2)

pCO_2 : presión parcial del anhídrido carbónico (CO_2)

pN_2 : presión parcial del nitrógeno (N_2)

pH_2O : presión parcial del vapor de agua

El oxígeno representa el 21% del aire atmosférico, por lo tanto, la presión parcial de O_2 (pO_2) se obtiene al calcular el 21% de la presión atmosférica.

$$pO_2 = 21\% \text{ de la presión atmosférica} \quad pO_2 = 21\% \times 760 \text{ mmHg} \rightarrow \boxed{pO_2 = 160 \text{ mmHg}}$$

La difusión de los gases, a través de una membrana, se realiza siempre desde el área donde la presión parcial es mayor, hacia el área donde la presión parcial es menor; esto se cumple para el O_2 y el CO_2 cuando difunde entre los alveolos y la sangre, o entre la sangre y las células del organismo.

2.2. INTERCAMBIO DE GASES

2.2.1. Respiración externa o pulmonar

Es el intercambio de O_2 y CO_2 entre la sangre de los capilares pulmonares y el aire alveolar. En este proceso se produce la oxigenación de la sangre, es decir, la sangre poco oxigenada (sangre venosa) es transformada en sangre oxigenada (sangre arterial). Este intercambio de gases se realiza por difusión (transporte pasivo), es decir los gases se difunden de la zona de mayor presión parcial hacia la zona de menor presión parcial.

La pO_2 del aire alveolar es de 105 mmHg. La pO_2 de la sangre desoxigenada, a nivel de los capilares pulmonares, es solo de 40 mmHg. Esta diferencia de presión permite la difusión neta de O_2 entre los alveolos y la sangre desoxigenada que se mantiene hasta que se logra un equilibrio y la pO_2 de la sangre llega a 105 mmHg. Cuando el O_2 difunde desde los alveolos hacia la sangre, al mismo tiempo se produce una difusión neta de CO_2 en dirección opuesta. La pCO_2 de la sangre desoxigenada es de 45 mmHg, mientras que la del aire alveolar es de 40 mmHg. Esta diferencia de presión permite que, el CO_2 se

difunda desde la sangre desoxigenada hacia los alveolos, hasta que la pCO_2 de la sangre descienda a 40 mmHg, que es la pCO_2 de la sangre oxigenada. El CO_2 que se difunde hacia los alveolos es eliminado de los pulmones durante la espiración.

2.2.2. Respiración interna o tisular

Es el intercambio gaseoso entre la sangre de los capilares y los tejidos. A través de este proceso, la sangre oxigenada (arterial) se transforma en sangre poco oxigenada (venosa).

La sangre oxigenada, que llega a los capilares de los tejidos, tiene una pO_2 de 105 mmHg, mientras que la pO_2 en los tejidos es de 40 mmHg. Esta diferencia de presión, permite que el O_2 difunda desde la sangre oxigenada hacia el líquido intersticial y hacia las células.[5]

Al mismo tiempo que el O_2 difunde desde los capilares sanguíneos hacia los tejidos, el CO_2 lo hace en sentido inverso. La pCO_2 en los tejidos es de 45 mmHg, mientras que la de la sangre oxigenada es de 40 mmHg. Es por ello que el CO_2 difunde desde los tejidos hacia la sangre oxigenada hasta que la pCO_2 de ésta aumenta a 45 mmHg.

	ALVEOLO PULMONAR	SANGRE DESOXIGENADA	SANGRE OXIGENADA	TEJIDOS
pO_2 (mmHg)	105	40	105	40
pCO_2 (mmHg)	40	45	40	45

3 TRANSPORTE DE GASES EN LA SANGRE

3.1. TRANSPORTE DE OXÍGENO

El O_2 es transportado de los pulmones a los tejidos, bajo dos formas:

- **Combinado con la hemoglobina**: Formando el compuesto oxihemoglobina, representa el 97% del total de O_2 transportado.

[5] "En la situación de reposo, solo el 25% del oxígeno disponible en la sangre oxigenada llega realmente hasta las células de los tejidos. Esta cantidad es suficiente para cubrir las necesidades de las células en reposo. Sin embargo, durante el ejercicio, la cantidad de oxígeno que se difunde desde la sangre a las células activas es mayor". *Principios de Anatomía y Fisiología*. Tortora. Pág 745.

- **Disuelto en el plasma**: Representa el 3%.

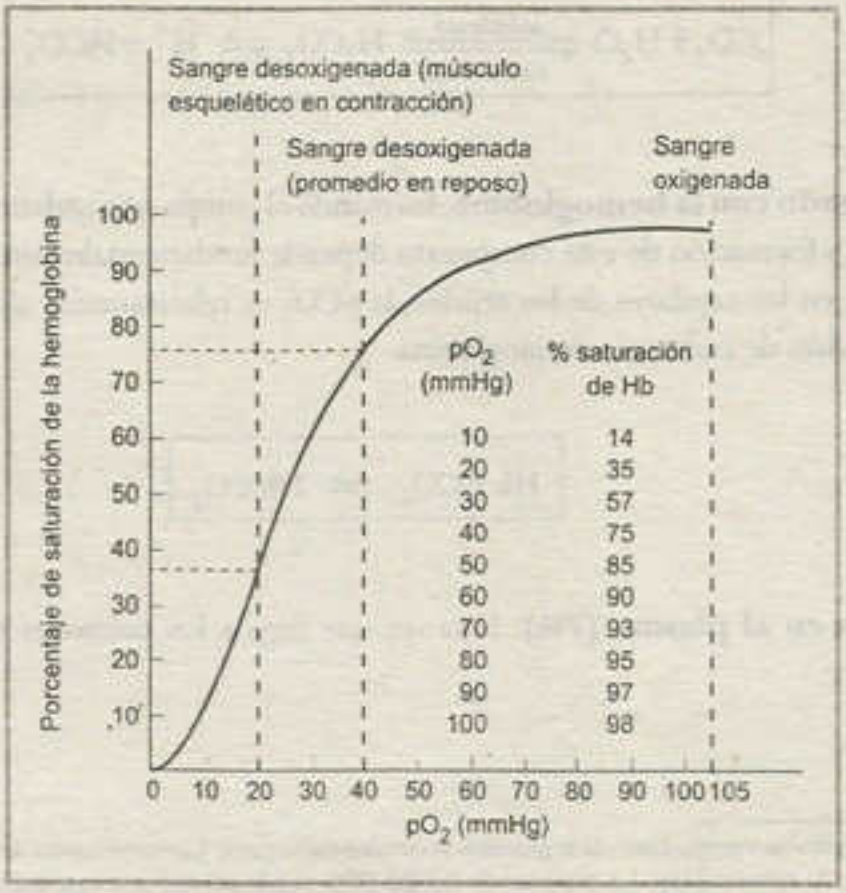
Como casi todo el O_2 está unido a la hemoglobina y, por tanto, se encuentra en el interior de los eritrocitos, solo el O_2 disuelto (3%) puede difundir desde los capilares hacia los tejidos.

3.1.1. Porcentaje de saturación de la hemoglobina

El principal factor que determina la cantidad de O_2 que se une a la hemoglobina es la pO_2. El porcentaje de hemoglobina ligado a O_2 (oxihemoglobina) se denomina porcentaje de saturación de la hemoglobina; así, por ejemplo, un porcentaje de saturación de 90% indica que el 90% de la hemoglobina total se halla unida al O_2. Una mayor pO_2 tiende a aumentar el porcentaje de saturación de la hemoglobina, es decir, cuanto mayor sea la pO_2 más cantidad de O_2 se une a la hemoglobina.

3.1.2. Curva de disociación de la hemoglobina

Es la gráfica que se obtiene cuando se relaciona la pO_2 con el porcentaje de saturación de la hemoglobina. Esta curva, que tiene forma sigmoidea, nos muestra que cuando la pO_2 es de 60 a 100 mmHg, la saturación de la hemoglobina es del 90% o más.



Curva de disociación oxígeno-hemoglobina a temperatura corporal normal con las relaciones entre la saturación de hemoglobina y la pO_2.

Es decir, la sangre capta en los pulmones casi todo el O_2 que es capaz, incluso aunque la pO_2 alveolar sea solo de 60 mmHg.

En los músculos en contracción, la pO_2 puede caer por debajo de los 40 mmHg, lo que hace que el porcentaje de O_2, liberado por la hemoglobina, aumente mucho. Gracias a ello, es posible proporcionar más O_2 a los tejidos que lo usan con mayor rapidez.

Los factores que afectan a la curva de disociación de la hemoglobina son: el pH, la temperatura, la pCO_2 (presión parcial del anhídrido carbónico) y la concentración de 2,3 difosfoglicerato (2,3 DPG).[6] La variación de dichos factores afectan la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno.

3.2. TRANSPORTE DE ANHÍDRIDO CARBÓNICO

El CO_2 es transportado de los tejidos a los pulmones, bajo tres formas:

- **En forma de ión bicarbonato (HCO_3^-)**: Representa el 70% del CO_2 transportado. Cuando el CO_2 difunde hacia los capilares de los tejidos y penetra en los eritrocitos, reacciona con el agua en presencia de la enzima anhidrasa carbónica y forma ácido carbónico. El ácido carbónico se disocia luego en H^+ y HCO_3^-.

$$CO_2 + H_2O \underset{\text{carbónica}}{\overset{\text{anhidrasa}}{\rightleftharpoons}} H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

- **Combinado con la hemoglobina**, formando el compuesto carbaminohemoglobina (23%): La formación de este compuesto depende fundamentalmente de la pCO_2. Por ejemplo, en los capilares de los tejidos, la pCO_2 es relativamente alta, lo cual facilita la formación de carbaminohemoglobina.

$$Hb + CO_2 \rightleftharpoons Hb{\cdot}CO_2$$

- **Disuelto en el plasma (7%)**: Una vez que llega a los pulmones difunde hacia los alveolos.

[6] "El 2,3 DPG es un metabolito intermediario de la glucólisis anaerobia del hematíe. Los incrementos del 2,3 DPG disminuyen la afinidad del O_2 por la hemoglobina. La importancia del 2,3 DPG puede relacionarse con diversas situaciones. En la Hipoxia crónica , por enfermedad o residir en grandes alturas, aumenta facilitándose la liberación de O_2 a los tejidos hipóxicos". *Compendio de Fisiología*. A. Córdova. Pág. 418.

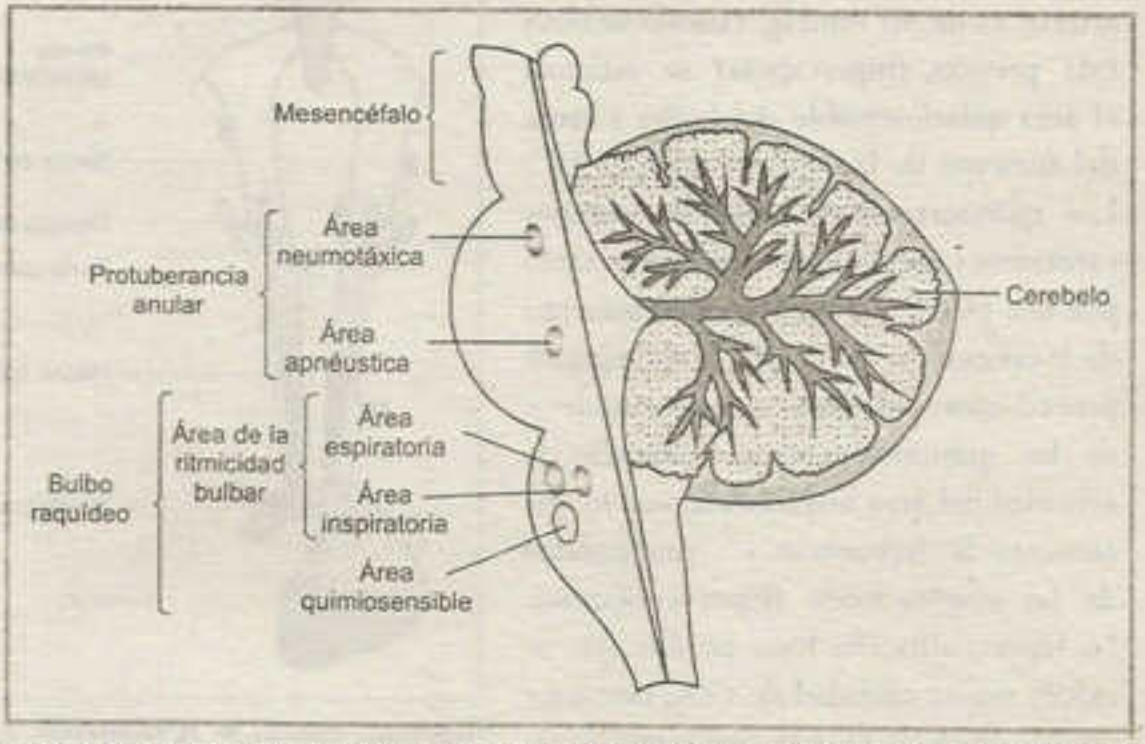
4 REGULACIÓN DE LA RESPIRACIÓN

4.1. REGULACIÓN NERVIOSA

Centro respiratorio

Es la formación reticular lateral del bulbo raquídeo y de la protuberancia anular. Consiste en un grupo de neuronas muy dispersas, que funcionalmente se divide en tres áreas:

- **Área de ritmicidad bulbar**. Se localiza en el bulbo raquídeo. Se encarga de regular el ritmo básico de la respiración (inspiración-espiración). En estado normal de reposo, la inspiración dura unos 2 segundos y la espiración unos 3 segundos. En el área rítmica bulbar existen neuronas que forman las áreas inspiratoria y espiratoria. En general, se admite el predominio de la actividad del área inspiratoria sobre la del centro espiratorio.
- **Área neumotáxica**. Se localiza en la protuberancia anular. Esta área transmite impulsos que limitan la duración de la inspiración y, por lo tanto, facilitan la espiración. Cuando esta área es más activa, la velocidad respiratoria es mayor.
- **Área apnéustica**. Se localiza en la protuberancia anular. No interviene en el ritmo básico de la respiración. Causa inspiraciones prolongadas y espiraciones muy breves.



Control de la respiración. El esquema muestra fundamentalmente el tronco encefálico, lugar en el cual se encuentra el centro respiratorio (protuberancia anular y bulbo raquídeo) y el área quimiosensible.

4.2. REGULACIÓN QUÍMICA

4.2.1. Área quimiosensible

Se localiza en el bulbo raquídeo. Esta área es muy sensible a cambios tanto de pCO_2 como de la concentración de hidrogeniones. En respuesta a estos cambios, excita las otras regiones del centro respiratorio.

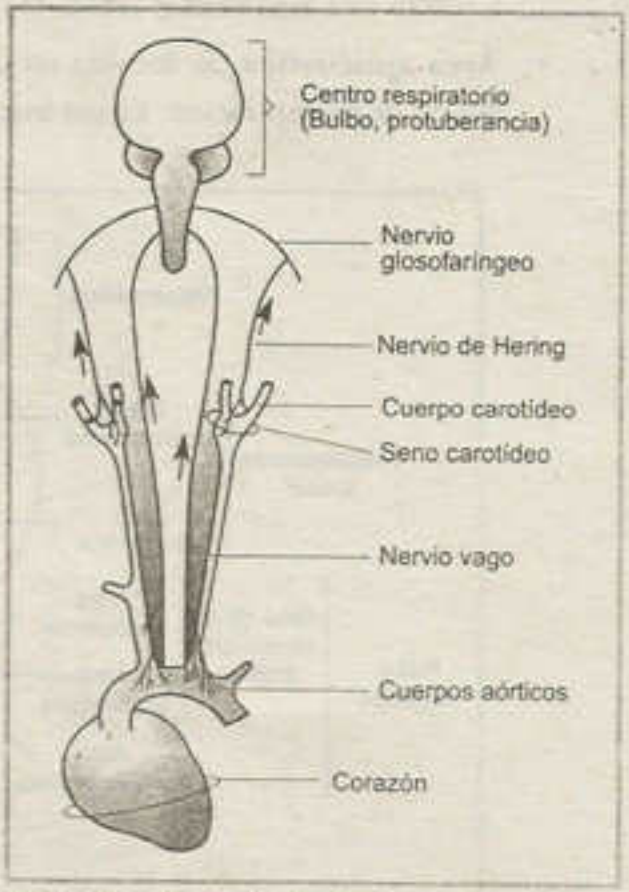
4.2.2. Quimiorreceptores

Son receptores nerviosos específicos de sustancias químicas. Son importantes para la detección de los cambios de la concentración de O_2 de la sangre, aunque también responden a cambios de las concentraciones de CO_2 e iones hidrogeniones. Los quimiorreceptores transmiten señales nerviosas hacia el centro respiratorio, que contribuyen a la regulación de la actividad respiratoria.

Los quimiorreceptores están localizados en los cuerpos carotídeos (bifurcación de las arterias carótidas primitivas) y cuerpos aórticos (cayado aórtico).

A cada lado del cuerpo, las fibras nerviosas sensitivas que provienen de los cuerpos carotídeos se unen con las del seno carotídeo y forman el nervio del seno carotídeo, que se une al glosofaríngeo (IX par craneal). Los fibras sensitivas procedentes de los cuerpos aórticos se unen al nervio vago (X par craneal).

Normalmente, la pCO_2 de la sangre arterial es de 40 mmHg, cuando se eleva esta presión (hipercapnia) se estimula el área quimiosensible del bulbo a causa del aumento de la concentración de H^+. Los quimiorreceptores de los cuerpos carotídeos y aórticos son estimulados tanto por una pCO_2 alta como por el aumento de la concentración de H^+. Los impulsos procedentes del área quimiosensible y de los quimiorreceptores estimulan la actividad del área inspiratoria, con lo que aumenta la frecuencia y profundidad de las respiraciones (hiperventilación). La hiperventilación hace posible que se exhale mayor cantidad de CO_2, esto hace posible que la pCO_2 y la concentración de H^+ vuelvan a la normalidad.



Regulación química de la respiración. Esquema que representa la relación entre los receptores quimiosensibles (cuerpos aórticos y carotídeos) y el centro respiratorio

Lectura 1

Infección Respiratoria Aguda (IRA) Hiperreactividad Bronquial y Asma en la población infantil de Canto Grande, Lima, Perú

Las enfermedades respiratorias agudas son en la actualidad principal causa de morbi-mortilidad en el país.

Han desplazado, en este sentido, a las enfermedades diarreicas agudas gracias a los logros alcanzados por el Programa de Control de Enfermedades Diarreicas del MINSA y de las agencias cooperantes. Si bien es conocido el rol de la neumonía como la principal causa de mortalidad por IRA, no se conoce en detalle el rol de otros tipos de enfermedades respiratorias agudas bajas en la población infantil peruana y menos, la relación que podría existir entre ellas y el desarrollo de la condición asmática en niños de mayor edad.

Para identificar mejor la magnitud del problema causado por las enfermedades respiratorias agudas en la población infantil del país, se estudió 1 750 niños entre 0 y 30 meses de edad. La mayoría de niños vivían en casas de ladrillos sin revestir o con esteras. Los pisos de tierra, que permanecía húmeda por muchas horas del día y en presencia de varios tipos de animales domésticos, principalmente pollos y perros que se paseaban libremente por la vivienda. La gran mayoría de cocinas eran de kerosene, con quemadores de baja eficiencia; eran mantenidas en ambientes medio cerrados, sin mucha ventilación en el invierno y sin ductos de emisión de los gases al exterior.

Los resultados obtenidos fueron sorprendentes. Uno de los hallazgos más llamativos fue que en promedio los niños habían tosido alrededor de un 30% de los días de sus vidas, sobre todo entre los 2 y 33 meses de edad.

Otros factores de riesgo que se han asociado con esta alta frecuencia de tos en un análisis estadístico multivariado ha sido la presencia de los siguientes factores dentro del hogar: pisos húmedos, una mayor concentración de niños menores de 5 años, humo (quema de basura, etc.), fumadores, historia familiar de asma y el nivel socieconómico de la familia.

Por otro lado, uno de los síntomas más frecuentes reportado por las madres fue la presencia de mucosidades nasales, que en promedio se reportaron en el 60% de los días.

Cuando se analizó la frecuencia y tipo de diagnóstico realizados por los pediatras para todas las visitas realizadas por los niños a las clínicas del proyecto, se vio que la patología respiratoria baja más frecuente e importante fueron los cuadros asociados con broncoespasmo, la llamada hiperreactividad bronquial infantil.

Para los niños pequeños, la incidencia de la hiperreactividad bronquial estuvo asociada con los siguientes factores: paredes de esteras, mayor número de niños menores de 5 años en el hogar y el sexo masculino de los casos. En los niños mayores estas variables fueron reemplazadas por humedad de los pisos, presencia de personas que fuman en el hogar y un menor nivel socieconómico del hogar, sugiriendo diferentes patrones epidemiológicos para esta patología en estos dos grupos etarios.

El otro tipo de patología respiratoria baja fueron las neumonías, se pudo observar que no sólo las neumonías sino todas las enfermedades respiratorias bajas se observaron con mayor frecuencia en un grupos de niños que representaba entre un cuarto a un quinto del total de niños estudiados. En ellos se pudo apreciar que se concentró tanto las enfermedades respiratorias como las enfermedades diarreicas.

También se observó como en un 40% de los episodios de neumonía los niños presentaron una sintomatología respiratoria (tos, flema) en forma persistente tanto antes como después del episodio de neumonía. Una importante proporción de episodios de neumonía tuvieron un diagnóstico de enfermedad asociada con broncoespasmo infantil.

Estos hallazgos, así como los reportados en otros estudios realizados, en la misma comunidad –en donde se observó que lo mejor que predijo un mayor riesgo para el desarrollo de episodios de diarrea fue la poca reacción inmune a la inoculación subcutánea de antígenos como la tuberculina, cándida, tricofiton, difteria, tétanos, etc. – Provocaron la sospecha de que la condición inmune del niño era un factor muy importante para ser investigado.

Esta condición no logró ser explicada por el estado nutricional medido a través de la toma de los pesos y tallas de los niños, dado que el efecto persistía aun cuando se controlaba por estos factores.

¿Qué factores podrían explicar un efecto inmune que no sea la presencia de una malnutrición aparente? Entre las múltiples causas posibles se hizo aparente que una deficiencia de micronutrientes, particularmente zinc, podría explicar estos fenómenos.

El zinc es un mineral esencial para la vida, que participa en la acción de más de 300 moléculas, proteínas estructurales y enzimas en el cuerpo humano. En algunas proteínas el zinc es esencial para mantener su forma y en otras se le requiere para que pueda ejercer su función actuando como catalizador. El zinc participa en muchas funciones del sistema inmune, tanto humoral como celular, así como en la integridad de las membranas celulares.

La administración diaria de suplementos de zinc permitieron, entre otros múltiples beneficios, reducir la incidencia de enfermedades diarreicas y respiratorias e incrementar la actividad física y el aprendizaje de los niños.

En la dieta, el zinc se encuentra principalmente en proteínas de origen animal, y en mayor cantidad en productos marinos. Si bien también se encuentra en productos vegetales, al estar mezclados con una importante cantidad de una sustancia llamada fitatos, que lo fija e impide su absorción intestinal, el zinc de los vegetales es poco utilizado por el hombre. Si se analiza la composición de la dieta infantil en la población de Canto Grande se observa que la ingesta de proteína de origen animal es deficiente, lo cual explica los altos índices de deficiencia encontrados.

Fuente: *Diagnóstico*. Vol. 36 # 2. Marzo-Abril 1997

Lectura 2

Tuberculosis (Mycobacterium Tuberculosis)

M. tuberculosis infecta a la tercera parte de la población mundial y mata a unos tres millones de pacientes cada año, lo que la convierte en la causa infecciosa de muerte más importante en el mundo. Con la disminución del hacinamiento, que origina una expansión de M. tuberculosis, y la introducción de anticuerpos eficaces en la década de 1950, en Estados Unidos y países occidentales se observó una prolongada disminución en las tasas de infecciones y muertes producidas por M. tuberculosis hasta la mitad de la década de los años ochenta. Desde entonces, la tuberculosis ha vuelto a aumentar en Estados Unidos, en Europa y especialmente en África, en parte debido a que M. tuberculosis infecta frecuente y dramáticamente a las personas con SIDA.

En los pacientes con SIDA ha aparecido M. tuberculosis resistente a múltiples fármacos. Este M. tuberculosis multiresistente tiene un índice de mortalidad del 80% en pacientes con sida y del 50% en pacientes no inmuno deprimidos, similar a la mortalidad del 50% de la infección por M. tuberculosis no tratada en pacientes inmunocompetentes.

Etiología y patogenia

Dos especies de Mycobacterium pueden producir tuberculosis: M tuberculosis y M. bovis. M. tuberculosis se trasmite por inhalación de gotitas infecciosas eliminadas al aire por la tos o el estornudo de un paciente con tuberculosis. M. bovis se trasmite por la leche de vacas enfermas e inicialmente produce lesiones intestinales o faríngeas.

Las micobacterias son bacilos inmóviles, aerobio, no formadores de esporas, con una cubierta cérea que les hace retener la tinción roja después de ser tratadas con ácido en las tinciones para ácido alcohol resistentes. El crecimiento de estas micobacterias en cultivo es muy lento (20 a 100 veces más lento que el de otras bacterias), por lo que se tardan entre cuatro y seis semanas en obtener una colonia de M. tuberculosis para su identificación o realización de estudios de sensibilidad frente a antibióticos. Mientras se dispone de los resultados de los cultivos, una prueba de tuberculina positiva, la demostración de hipersensibilidad de tipo retardado frente a un derivado proteico purificado de M. tuberculosis (PPD) inyectado en la piel, confirma la exposición previa a la micobacteria, pero no es prueba de una infección micobacteriana activa.

Hay tres hechos importantes a tener en cuenta en la patogenia de la tuberculosis. 1. Las bases de la virulencia del microorganismo, 2. La relación entre la hipersensibilidad e inmunidad frente a la infección, y 3. La patogenia de la destrucción tisular y la necrosis caseosa.

En lo que refiere a virulencia, M. tuberculosis carece de exotoxinas, endotoxinas, o enzimas histolíticas conocidas. En vez de ello, su patogenicidad está en relación con su capacidad de eludir la destrucción por los macrófagos e inducir hipersensibilidad de tipo retardado. Esto se ha atribuido a diversos componentes de la pared celular de M. tuberculosis.

El desarrollo de hipersensibilidad mediada por células o tipo IV, frente al bacilo tuberculoso probablemente implique la destrucción del microorganismo en los tejidos, así como la aparición de resistencias. Después de la exposición inicial al microorganismo, la respuesta inflamatoria es inespecífica, similar a la reacción frente a cualquier tipo de invasión bacteriana. A las 2 ó 3 semanas, coincidiendo con la aparición de una reacción cutánea positiva, la reacción se hace granulomatosa y los centros de los granulomas se vuelven caseosos, dando lugar a los típicos "tubérculos blandos". El patrón de respuesta del huésped depende de que la infección sea una exposición primaria al microorganismo o una reacción secundaria en un huésped previamente sensibilizado.

Tuberculosis primaria

La fase primaria de infección por M. tuberculosis se inicia con la inhalación de la micobacteria y termina con la aparición de una respuesta inmunitaria mediada por células T que induce una hipersensibilidad frente a los microorganismos y controla el 95% de las infecciones. Es más frecuente en la periferia de un pulmón. M. tuberculosis inhalado es inicialmente fagocitado por los macrófagos alveolares y transportado hasta los ganglios linfáticos hiliares. Estos macrófagos no sensibilizados son incapaces de destruir las micobacterias, que se multiplican, lisan la célula huésped, infectan otros macrófagos y, en ocasiones, se diseminan a través del torrente circulatorio hacia otras partes del pulmón o del resto del organismo. Después de algunas semanas, aparece la inmunidad mediada por células T, demostrable por una positivización de la prueba cutánea PPD y afecta a las células T activadas por las micobacterias que actúan en los macrófagos de dos formas. Primero, las células T cooperadoras CD4+ secretan interferón-gamma, que activa a los macrófagos para producir una destrucción intracelular de las micobacterias a través de intermediarios nitrogenados reactivos como NO, NO_2 y NO_3H. Esto está en relación con la formación de granulomas de células epitelioides y la eliminación de las micobacterias. Segundo, las células T supresoras CD8+ destruyen los macrófagos infectados por micobacterias, dando lugar a la formación de granulomas caseificantes (reacciones de hipersensibilidad retardada). La toxicidad directa de la micobacterias sobre los macrófagos también puede contribuir a la aparición de estos centros necróticos. Independientemente de la causa de formación del caseum, las micobacterias no son capaces de crecer en este medio extracelular ácido, carente de oxígeno, con lo que la infección queda controlada. El residuo final de la infección primaria es una cicatriz calcificada en el parénquima pulmonar y en el ganglio linfático hiliar, conjunto denominado complejo de Ghon.

Tuberculosis secundaria y diseminada.

Algunos pacientes sufren una reinfección por micobacterias, una reactivación de la enfermedad latente o una progresión directa de las lesiones primarias a una enfermedad diseminada. Esto puede deberse a que la cepa de *Mycobacterium* sea particularmente virulenta o que el huésped sea especialmente susceptible. Los granulomas de la tuberculosis secundaria suelen localizarse en el vértice de los pulmones, aunque también pueden estar ampliamente diseminados por los pulmones, riñones, meninges, médula ósea y otros órganos. Estos granulomas, que no consiguen contener la expansión de la infección micobacteriana, son la causa principal de la lesión tisular en la tuberculosis y reflejan una hipersensibilidad de tipo retardado. Dos rasgos característicos de la tuberculosis secundaria son la presencia de necrosis caseosa y de cavidades que al romperse en los vasos sanguíneos extienden micobacterias por todo el organismo.

Morfología. La tuberculosis miliar

Consiste en la diseminación hematógena de lesiones tuberculosas por todo el organismo. El término miliar describe las pequeñas lesiones de color blanco amarillento, parecidas a las semillas de mijo utilizadas como alimento para pájaros, y que están presentes en los pulmones y otros órganos. Algunos tejidos son relativamente resistentes a la infección tuberculosa, por lo que es raro encontrar tuberculomas en corazón, músculo estriado, tiroides y páncreas. En algunos casos, los microorganismo distribuidos por vía hematógena son destruidos en todos los tejidos, aunque persisten exclusivamente en un órgano (enfermedad de órgano terminal aislado). Esto sucede fundamentalmente en los pulmones, ganglios linfáticos cervicales (escrófula), meninges (meningitis tuberculosa), riñones, glándulas suprarenales, huesos (osteomielitis tuberculosa), trompas de falopio y epidídimo. En la tuberculosis vertebral (mal de Pott), se forman largas fístulas a lo largo del músculo psoas que se abren en la región inguinal.

Fuente: *Patología estructural y funcional.* Robbins. pp 362-365.

CAPÍTULO

IX

Sistema digestivo

Anatomía

El déficit alimenticio y las dietas pobres en proteínas y vitaminas es una característica constante en los sectores populares de nuestro país debido a causas económicas sociales. La expresión y el cuerpo de la niña reflejan de manera evidente el grave problema de la desnutrición.

twitter.com/calapenshko

Sistema Digestivo

Capítulo IX

Objetivos

- *Conocer la morfología, histología y función de los órganos del tubo digestivo y glándulas anexas*
- *Conocer la regulación de la secreción salival, secreción gástrica, secreción pancreática, secreción biliar e intestinal*
- *Identificar y reconocer los procesos fisiológicos involucrados en la digestión de carbohidratos, proteínas y lípidos*
- *Definir absorción y explicar como se absorben los productos finales de la digestión*

Introducción

El Sistema digestivo está constituído por un largo tubo digestivo en el cual se realiza fundamentalmente la digestión y absorción de nutrientes; además posee estructuras accesorias que elaboran jugos digestivos los cuales degradan los alimentos.

El sistema digestivo es un medio a través del cual ingresan nutrientes, vitaminas, minerales y líquidos previamente procesados al cuerpo humano, con el propósito de proveer energía a sus células. Para que esta energía llegue a las células, el alimento previamente tiene que ser degradado a su mínima expresión. En este proceso intervienen unos catalizadores biológicos denominados enzimas digestivas, los cuales forman parte de la secreción de las glándulas anexas al tubo digestivo.

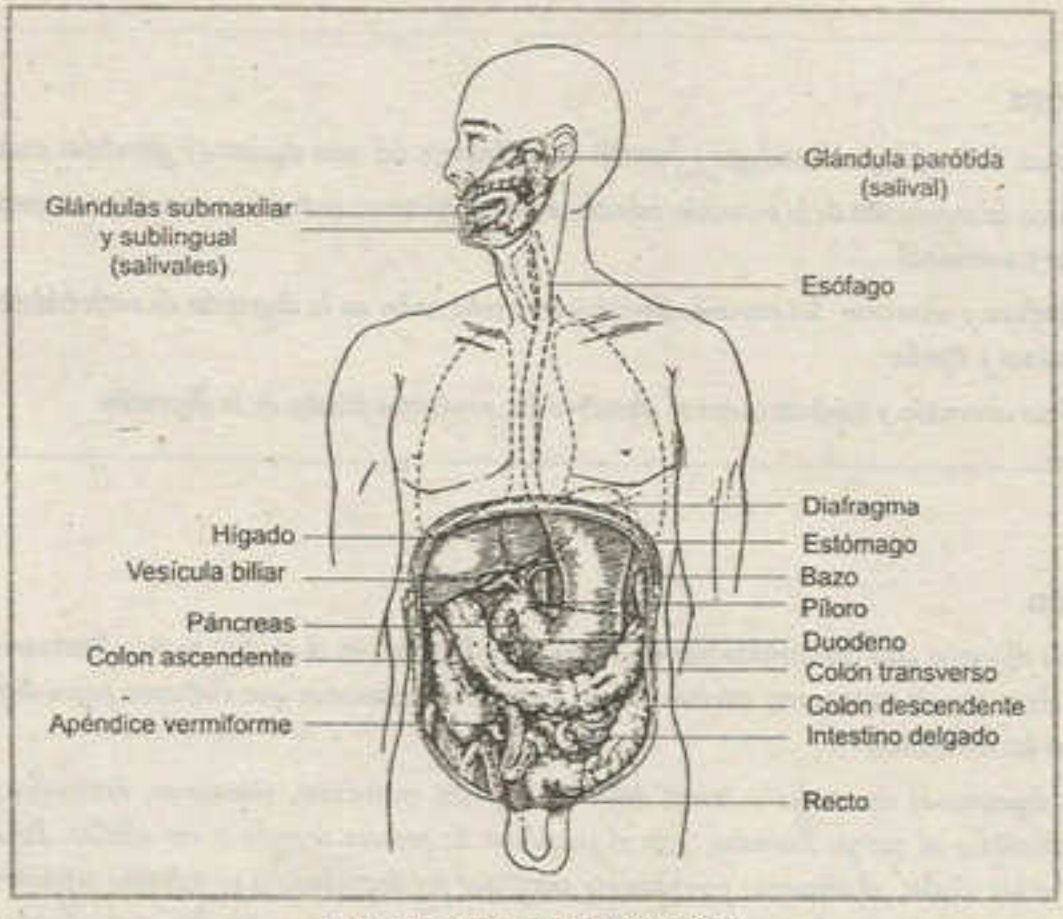
Luego de la digestión de los alimentos en el intestino delgado, estos se absorben hacia la sangre, para luego ser transformados o procesados y, de esta manera, ser aprovechados por las células. En este proceso participa el hígado como una fábrica que almacena, produce, transforma y elabora sustancias necesarias, según la economía del organismo.

Una alteración de sus órganos componentes implica una disminución del aporte energético a la célula, con lo que se afectaría el organismo en general, desencadenándose una serie de enfermedades de origen digestivos.

EL TUBO DIGESTIVO

Se encuentra formado por la boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso. Tiene una longitud aproximada de 9 m y se extiende desde la boca al ano.

En el interior del tubo digestivo se realiza fundamentalmente la digestión de alimentos y la absorción de nutrientes. En la digestión intervienen unos catalizadores biológicos denominados enzimas digestivas, las cuales transforman las macromoléculas en micromoléculas. Por otro lado, la absorción consiste en el pasaje de estas micromoléculas (nutrientes) hacia la sangre o linfa, con el fin de aportar energía a nuestro organismo.



Estructura general del sistema digestivo

1 ESTRUCTURA HISTOLÓGICA DEL TUBO DIGESTIVO

Histológicamente, la pared del tubo digestivo presenta cuatro capas o túnicas concéntricas que, de adentro hacia afuera, son las siguientes:

1.1. MUCOSA

Se encuentra conformada por el epitelio, la lámina propia y la muscularis mucosae. Es el componente más variable del tracto digestivo y suele contener una mezcla de distintos tipos de células epiteliales, con capacidad tanto de absorción como de secreción. La eficacia de los procesos de absorción y secreción mejora al aumentar el área superficial de contacto entre las células epiteliales y la luz.

La capa mucosa presenta tres regiones:

- **Epitelio**: Es poliestratificado plano no queratinizado desde la boca al cardias y monoestratificado cilíndrico del cardias al ano. En el intestino delgado, además, presenta microvellosidades.
- **Corion o lámina propia**: Está constituida por tejido conectivo laxo.
- **Muscularis mucosae (muscular de la mucosa)**: Formada por músculo liso.

1.2. SUBMUCOSA

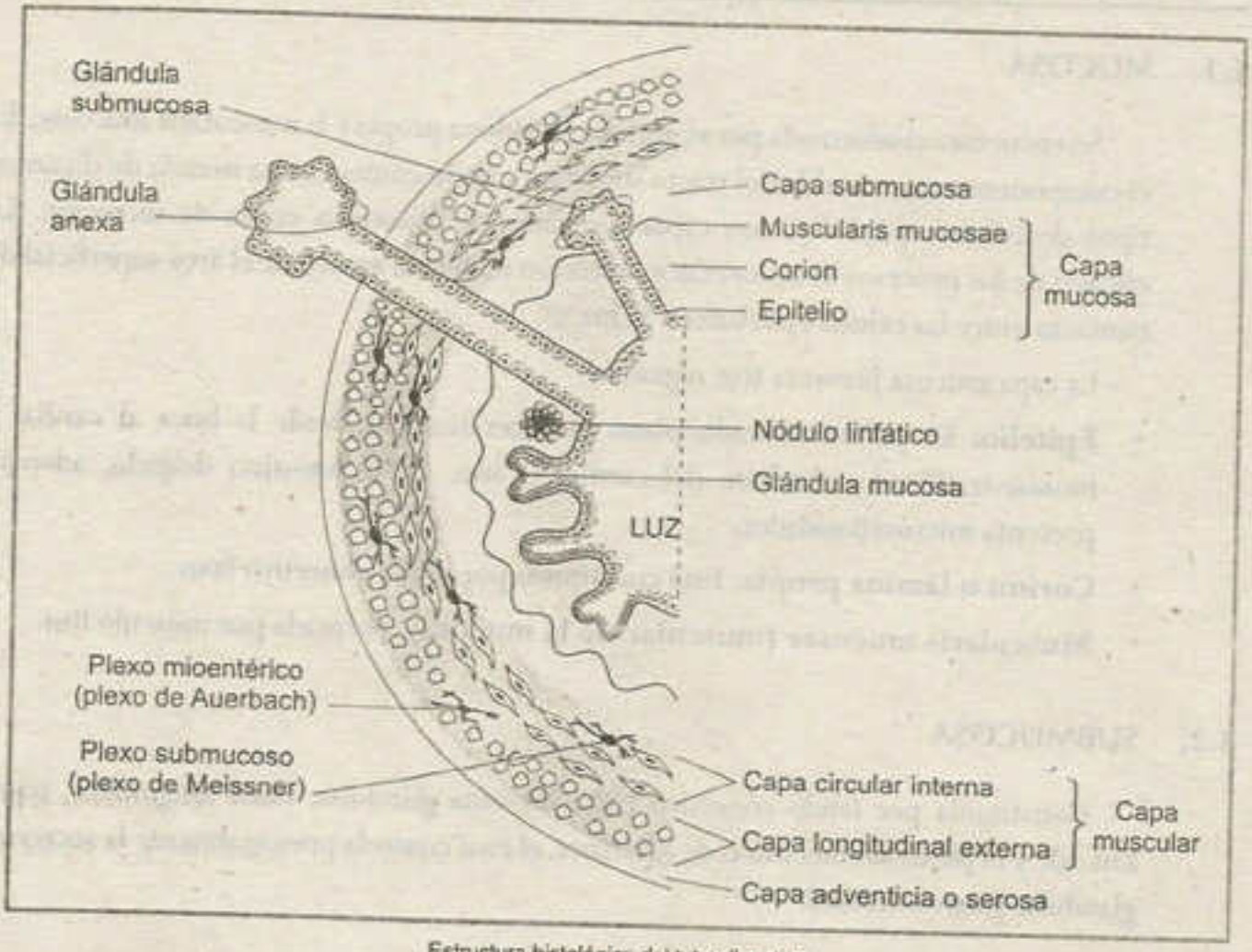
Constituida por tejido conectivo laxo, presenta glándulas, vasos sanguíneos, tejido linfoide y el plexo submucoso o de Meissner, el cual controla principalmente la secreción glandular gastrointestinal.

1.3. MUSCULAR

Generalmente presenta dos capas de músculo liso: una circular interna (CI) y otra longitudinal externa (LE). Entre ambas capas musculares se localiza el plexo nervioso mientérico o de Auerbach, el cual controla, principalmente, los movimientos gastrointestinales. Los plexos nerviosos submucoso y mientérico pertenecen al sistema nervioso vegetativo o autónomo.

1.4. SEROSA O ADVENTICIA

Esta capa varía de acuerdo a la ubicación de las distintas partes del tubo digestivo. La porción del tubo digestivo, ubicada por encima del músculo diafragma, presenta como túnica externa, la capa adventicia (constituida por tejido conectivo). La porción ubicada por debajo del músculo diafragma presenta como capa externa, la capa serosa (constituida por tejido conectivo y mesotelio).



Estructura histológica del tubo digestivo

Para entender el sistema digestivo como unidad es necesario conocer como funcionan las diversas partes:

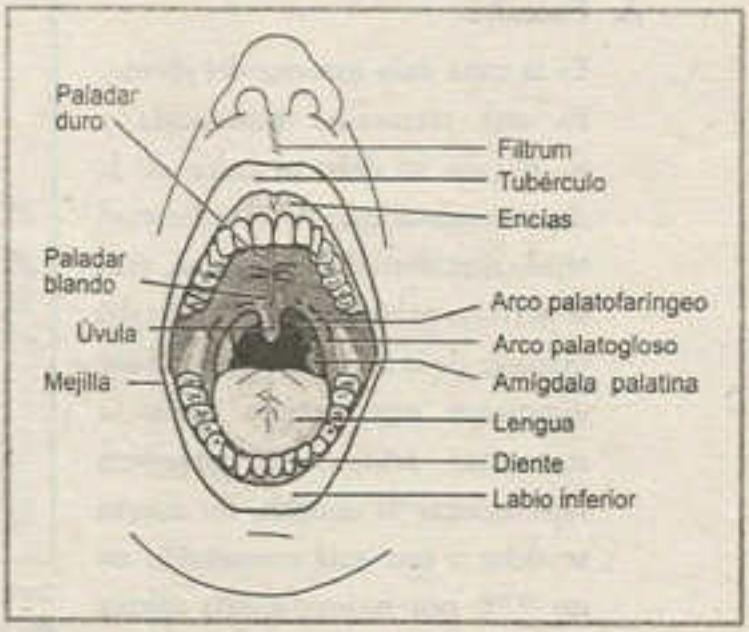
2 La boca

Es la primera porción del tubo digestivo. Es una cavidad de forma oval que se localiza en la parte central e inferior de la cara. Se extiende desde los labios hasta las fauces orofaríngeas (istmo de las fauces).

En cuanto a sus límites tenemos que el techo de la boca está conformado por el paladar, el cual presenta dos zonas: el paladar óseo o duro (en sus 2/3 anteriores) y el paladar blando (en su 1/3 posterior). El piso de la boca está formado por los músculos milohioideos, reforzados por los músculos hioglosos y genihioideos. Las mejillas conforman las partes laterales de la boca y están constituidas por el músculo buccinador y tejido adiposo. La parte anterior de las mejillas terminan en los labios, estos están formados, principalmente, por los músculos orbiculares de los labios. En la parte posterior, la boca se comunica con la faringe a través del istmo orofaríngeo o de las fauces.

La boca se divide en dos regiones: el **vestíbulo**, que es el espacio comprendido entre la parte posterior de los labios y la parte anterior de los dientes y la **cavidad oral**, que es el espacio comprendido entre la parte posterior de los dientes y el istmo de las fauces.

La boca contiene la lengua, los arcos alveolares, las encías, los dientes y los orificios de los conductos salivales.



Estructura de la cavidad bucal

2.1. LENGUA

Es un órgano muscular que se proyecta hacia arriba y hacia delante desde el suelo de la cavidad oral. La superficie ventral de la lengua está cubierta por epitelio poliestratificado plano no queratinizado que se continúa con el suelo de la boca. En contraste, la superficie dorsal, que suele estar en contacto con el paladar duro al comer, al hablar y en estado de reposo, se halla cubierta por un grueso epitelio poliestratificado plano queratinizado.

La lengua está conformada por tejido muscular estriado esquelético. Asimismo, posee tres porciones: la base o raíz, el cuerpo y la punta. La cara inferior de la lengua está unida al piso de la boca por un pliegue medio de mucosa denominado frenillo de la lengua, este favorece los movimientos linguales. En su cara superior o dorsal se localizan las papilas linguales, las cuales presentan los botones gustativos, que vienen a ser las estructuras receptoras de las sensaciones gustativas. La lengua es el órgano principal del sentido del gusto, es importante para la articulación de las palabras, la masticación y la deglución.

2.2. DIENTES

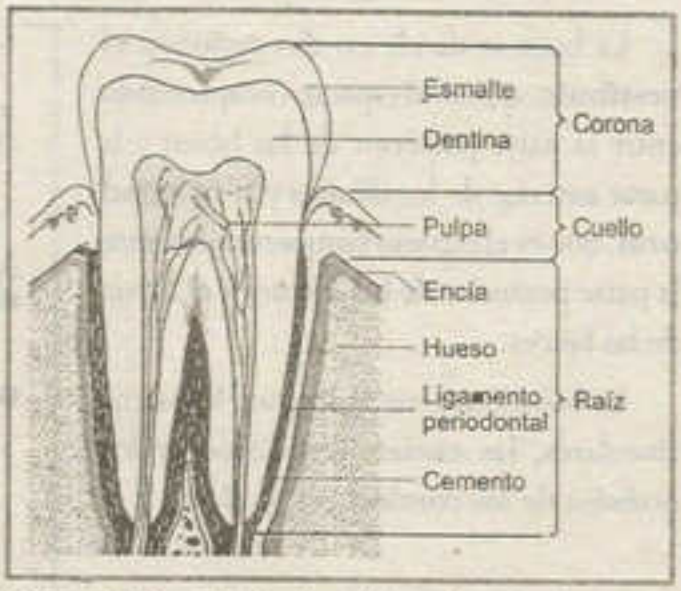
Son órganos blanquecinos, duros y lisos que se encuentran insertados en los huesos maxilares, por medio de una articulación denominada **gonfosis**. Todo diente presenta tres partes: la **corona**, que es la porción expuesta que se encuentra por encima del nivel de las encías; el **cuello**, es la zona que limita la corona y la raíz y está próxima a la línea gingival; y la raíz, que es la porción del diente incluida en el alveolo (existen entre una y tres raíces).

2.2.1. Estructura histológica

Todo diente presenta la siguiente estructura histológica:

A. Esmalte

Es la capa más externa del diente. Es una estructura translúcida y su tinción se debe al color de la dentina subyacente. El esmalte es el tejido mas duro del organismo, esto le permite proteger a los dientes del desgaste de la masticación. También constituye una barrera frente a sustancias ácidas que disuelven rápidamente la dentina. Su dureza se debe a que está constituido en un 97% por hidroxiapatita cálcica [$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$] y un 3% de material orgánico (glucoproteínas).



Corte sagital de un diente molar inferior en la que se observa sus tres partes fundamentales (corona, cuello y raíz). Obsérvese la pulpa dentaria la cual consta de nervios y vasos sanguíneos que se encargan de nutrir al resto de tejidos

Las células que producen el esmalte son los **ameloblastos**, este proceso ocurre durante el desarrollo del diente. Una vez que ha brotado la pieza dentaria, los ameloblastos degeneran, por lo que el esmalte ya no puede ser reemplazado mediante nueva síntesis.

B. Dentina

Es el segundo tejido más duro del organismo. Es de color amarillento y su grado elevado de elasticidad protege al esmalte suprayacente quebradizo contra las fracturas.

Está compuesto por sales de calcio inorgánicas en forma de hidroxiapatita cristalina (alrededor del 70-80%), además, presenta material orgánico, el cual contiene colágeno tipo I y glucosamino-glucanos (alrededor del 20-30%).

Las células que elaboran la dentina son los **odontoblastos**, los cuales son células cilíndricas altas con núcleos dispuestos en la parte basal. A diferencia de los ameloblastos, conservan su relación con la dentina durante toda la vida del diente.

C. Cemento

Es un tejido mineralizado, similar al óseo. Se ubica en la raíz del diente y posee unas células llamadas cementocitos. Está compuesto de hidroxiapatita de calcio (45-50%) y material orgánico más agua fija (50-55%). La mayor parte del material orgánico está constituido por colágeno del tipo I.

Los **Cementocitos** son células similares a los osteocitos y se caracterizan por permanecer viables a lo largo de toda la vida, gracias a que son nutridos de manera constante. Pueden activarse para elaborar cemento nuevo cuando es necesario.

D. Ligamento periodontal (Membrana periodóntica)

Es un ligamento suspensorio que sujeta el diente en el alveolo óseo del hueso maxilar. Permite un movimiento limitado de la pieza dentaria dentro del alveolo óseo rígido. Está constituido por tejido conectivo denso. Sus fibras colágenas están orientadas de tal modo que transforman las presiones ejercidas durante la masticación en tracciones. Por tanto, esta orientación de las fibras es importante, puesto que evita que se ejerzan fuertes presiones directamente sobre el tejido óseo, lo que provocaría su resorción. Por tanto esta membrana actúa como un amortiguador.

2.2.2. Tipos de denticiones

El hombre es un ser difiodonte, es decir, presenta dos tipos de denticiones:

A. Temporal o decidual

Se les llama también "dientes de leche". Son en número de 20 y aparecen a los 6 meses de edad. Los primeros dientes en aparecer son los incisivos centrales inferiores.

B. Permanente

Son en número de 32. Aparecen a partir de los 6 años de edad. Los primeros dientes, permanentes en aparecer, son los primeros molares inferiores. El tercer molar, llamado también "muela del juicio", aparece entre los 18 y 25 años.

TIPOS DE DIENTES				
Características	**Incisivo (I)**	**Canino (c)**	**Premolar (pm)**	**Molar (m)**
Función	Cortar	Desgarrar	Triturar y moler	Triturar y moler
Número (Dentición temporal)	8	4	–	8
Número (Dentición permanente)	8	4	8	12

Fórmula Dentaria: Expresa la mitad del número total de dientes.

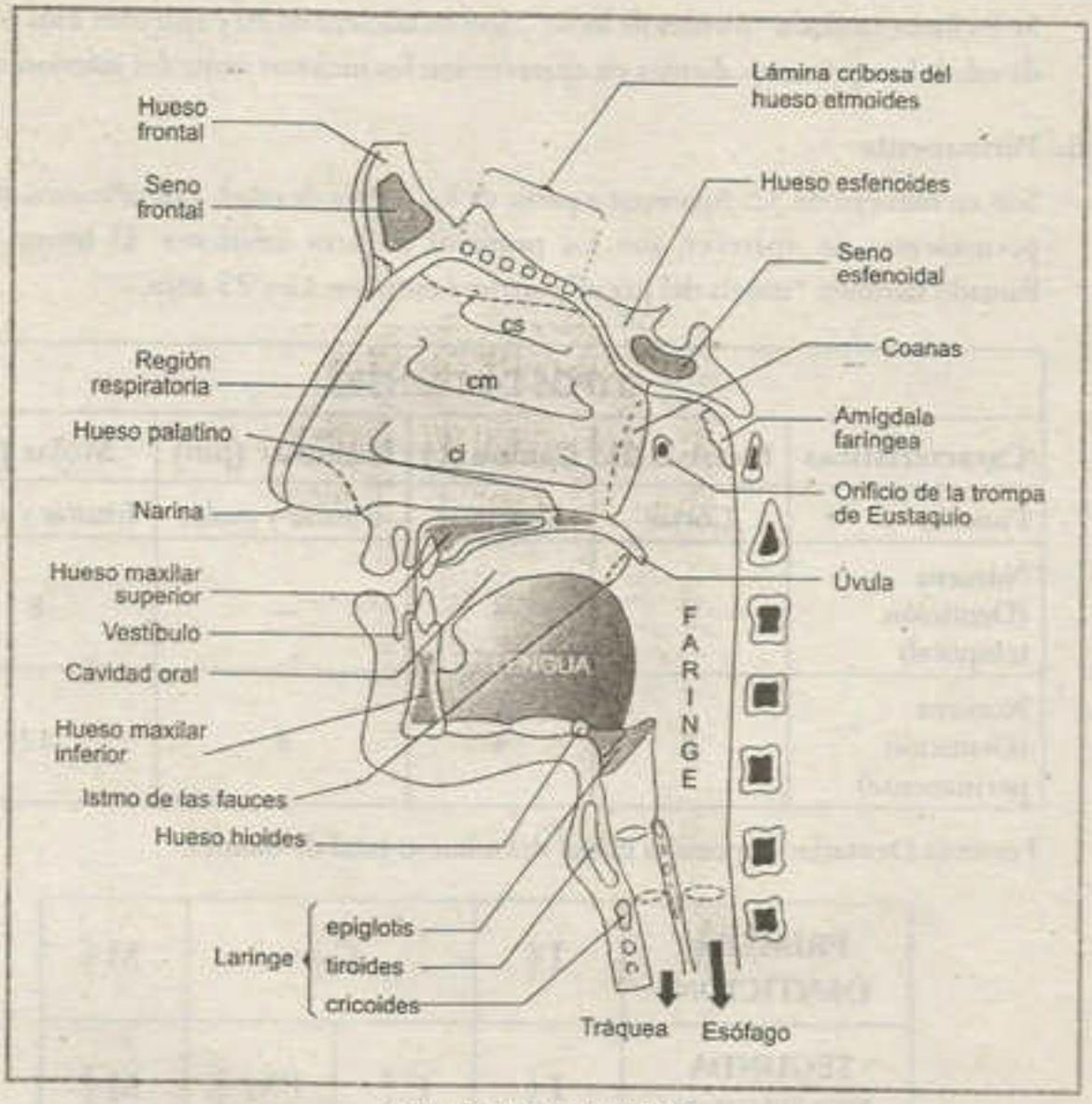
PRIMERA DENTICIÓN	$I\frac{2}{2}$	$C\frac{1}{1}$		$M\frac{2}{2}$
SEGUNDA DENTICIÓN	$I\frac{2}{2}$	$C\frac{1}{1}$	$PM\frac{2}{2}$	$M\frac{3}{3}$

3 La faringe

Es un órgano tubular que se encuentra ubicado por detrás de las fosas nasales, cavidad bucal y laringe y por delante de las vértebras cervicales. Es un tubo muscular que presenta una longitud aproximada de 14 cm y se extiende desde la base del cráneo hasta el nivel de la vértebra C6 (borde inferior del cartílago cricoides).

La faringe se comunica con las fosas nasales, el oído medio (mediante la trompa auditiva o de Eustaquio), la boca y la laringe. Distalmente se continúa con el esófago.

Se divide en tres porciones: **rinofaringe, orofaringe y laringofaringe**, estas presentan en su pared capa mucosa, submucosa y muscular. La capa muscular consta de los músculos constrictores superior, medio e inferior, músculo salpingofaríngeo, músculo estilofaríngeo y músculo palatofaríngeo.



Corte sagital de la cara y cuello

3.1. RINOFARINGE (NASOFARINGE)

Se encuentra por detrás de las fosas nasales y se comunica con esta a través de las coanas. Se extiende desde la base del cráneo hasta el velo del paladar. Presenta el orificio de la trompa de Eustaquio, así como la amígdala faríngea o adenoides; la cual está situada arriba, al inicio de la pared posterior. Se le considera una vía respiratoria.

3.2. OROFARINGE (BUCOFARINGE)

Se ubica detrás de la cavidad oral y se comunica con esta a través del istmo orofaríngeo o istmo de las fauces. Se extiende desde el paladar hasta la altura del hueso hioides. En sus paredes laterales se localiza la amígdala palatina. Es una vía respiratoria y digestiva a la vez.

3.3. LARINGOFARINGE (HIPOFARINGE)

Se localiza detrás de la laringe. Se comunica con esta a través del aditus laríngeo. Se extiende desde el hueso hioides hasta la vértebra cervical C_6. Se continúa con el esófago. Es una vía digestiva.

4 EL ESÓFAGO

Es un tubo muscular estrecho que comunica la faringe con el estómago. Se extiende desde la faringe, a nivel del cartílago cricoides (vértebra cervical C_6) hasta el estómago (vértebra dorsal D_{11}). Se ubica detrás de la tráquea y delante de la columna vertebral. Mide aproximadamente 25 cm de longitud.

Presenta cuatro porciones: cervical, torácica, diafragmática y abdominal. Asimismo, posee estrechamientos (cricoideo, aórtico-bronquial y diafragmático), los cuales resultan de la compresión que ejercen estructuras vecinas al esófago.

4.1. ESTRUCTURA HISTOLÓGICA

Las capas que forman la pared del esófago son, esencialmente, las mismas que las de otras partes del tubo digestivo.

4.1.1. Mucosa

Está revestida por epitelio poliestratificado plano no queratinizado. Posee una lámina propia, similar a la de otras partes del organismo; pero la *muscularis mucosae* es más gruesa que en el resto del tubo digestivo. Por lo general, en la parte superior existen numerosas glándulas mucosas a diferencia de la parte inferior.

4.1.2. Submucosa

Está constituida por tejido conectivo laxo. Contiene numerosas glándulas tubulares ramificadas, mas abundantes en la región superior; estas producen moco para lubricar el esófago.

4.1.3. Muscular

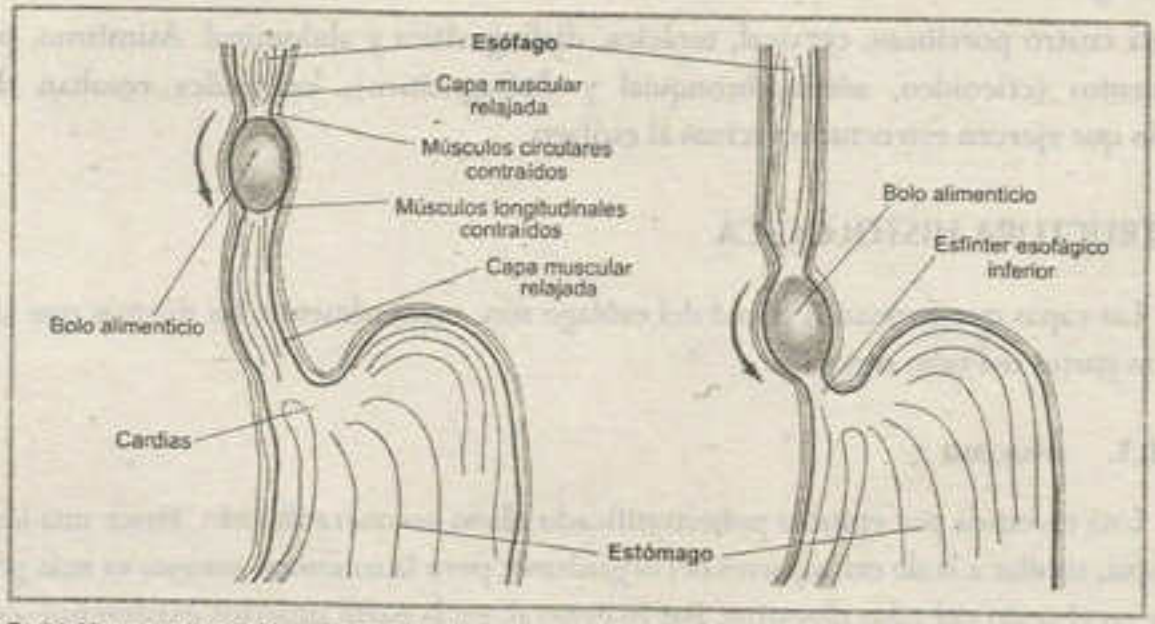
Consta de una capa longitudinal externa y una capa circular interna. El tercio superior del esófago está formado por músculo estriado esquelético, que es una continuación de la capa muscular de la faringe; el tercio medio está constituido por músculo liso y estriado esquelético; y el tercio inferior por músculo liso solamente.

4.1.4. Externa

En su porción cervical y torácica presenta adventicia, y en su porción diafragmática y abdominal posee capa serosa.

4.2. ESFÍNTERES ESOFÁGICOS

El esófago presenta dos esfínteres: el **esfínter esofágico superior**, que está constituido por músculo estriado y es parte del músculo cricofaríngeo; y el **esfínter esofágico inferior**, el cual es un esfínter fisiológico formado por los cuatro centímetros inferiores de músculo liso esofágico, el segmento intraabdominal del esófago, que actúa como una válvula funcional y una estructura mucosa formada por pliegues de mucosa gástrica; todo lo cual contribuye a ocluir la luz de la unión gastroesofágica. La incompetencia del esfínter esofágico inferior puede producir reflujo gástroesofágico, es decir, que el contenido gástrico puede refluir e irritar la pared esofágica originando una sensación de ardor, que recibe el nombre de pirosis.



Peristaltismo esofágico (deglución) en el cual se observa el desplazamiento del bolo alimenticio en dos diferentes tiempos; en la primera lejos del cardias, mientras que en la segunda está a punto de ingresar al estómago.

4.3. FUNCIÓN

Participa en la última fase de la deglución, transportando los alimentos y los líquidos desde la faringe hasta el estómago.

5 EL ESTÓMAGO

Es la región más dilatada del tubo digestivo, ubicado por debajo del diafragma. Es un reservorio muscular en forma de saco, interpuesto entre el esófago y el duodeno, en cuyo lugar se acumulan los alimentos; los cuales sometidos a un procesamiento, mediante las secreciones gástricas, se produce una mezcla líquida espesa llamada **quimo**. En su distensión máxima puede aceptar 1500 ml de alimentos y jugos.

Ocupa casi todo el hipocondrio izquierdo y una gran parte del epigastrio. Es un órgano extensible y móvil, por lo que su forma y orientación cambian frecuentemente, según los tiempos de la digestión y posición corporal.

Regiones topográficas del abdomen indicando la presencia de nueve cuadrantes, los cuales sirven para identificar la localización de los órganos abdominales, permitiendo su examen clínico respectivo.

5.1. MORFOLOGÍA EXTERNA

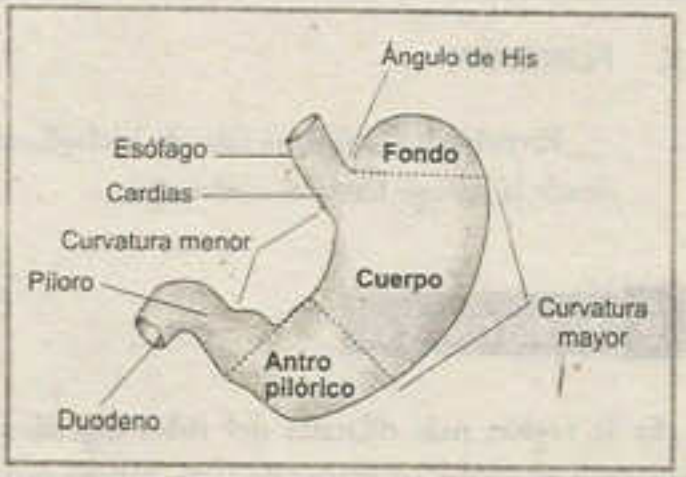
5.1.1. Curvaturas

El estómago es un tubo encorvado, en el cual; el borde cóncavo se dirige a la derecha (curvatura menor), y el borde convexo se orienta a la izquierda (curvatura mayor).

5.1.2. División

Se divide en cuatro segmentos, sin límites netos:

- **Cardias**: Es el orificio de entrada al estómago, por lo que se comunica con el esófago por su parte superior. Se trata de una región estrecha a nivel de la unión gastroesofágica que mide aproximadamente 2 - 3 cm de diámetro.



Morfología externa del estómago

- **Fondo (fundus)**: Es la parte más alta y más ancha del estómago que está en forma de cúpula a la izquierda del esófago. Habitualmente contiene burbujas de aire en la posición erecta ("cámara de gases").
- **Cuerpo**: Tiene forma cilíndrica. Es la porción principal y de mayor tamaño del estómago, lugar en el cual se forma el quimo.
- **Píloro**: Es una región que presenta dos partes: el antro, que se une al cuerpo; y el conducto pilórico, el mismo que termina en el orificio pilórico, limitando con el duodeno.

5.2. ESTRUCTURA DE LA PARED GÁSTRICA

El estómago tiene el mismo plan estructural general en toda su extensión, que consiste en una mucosa, submucosa, muscular y serosa. La inspección de la superficie interna del estómago vacío revela numerosos pliegues llamados **rugosidades**, que se disponen paralelamente al eje mayor del estómago. Estos pliegues están compuestos por la mucosa y la submucosa subyacente, casi desparecen cuando el estómago está distendido en su totalidad. La pared gástrica comprende cuatro capas que, de adentro-afuera, son:

5.2.1. Mucosa

Está revestido por epitelio simple cilíndrico (células mucosas superficiales) y contiene, además, glándulas mucosas. También presenta las glándulas gástricas (fúndicas) que segregan el jugo gástrico. Se debe indicar que la zona de secreción ácida depende del fondo y cuerpo gástrico; mientras que la secreción alcalina depende del canal pilórico (antro).

Las glándulas fúndicas se encuentran en toda la mucosa gástrica, excepto en las regiones ocupadas por las glándulas cardiales y pilóricas. Estas glándulas se componen de células funcionalmente diferentes: células mucosas del cuello, células principales, células parietales (oxínticas), células G y células indiferenciadas, que se presentan en la región superior del cuello de la glándula y dan origen a las células maduras indicadas anteriormente.

- Las células mucosas del cuello, se localizan en la región del cuello de la glándula, entremezcladas con las células parietales. Estas células secretan moco soluble por estímulo vagal, por lo cual en el estómago en reposo no se encuentran las secreciones de éstas células.
- Las células principales o cimógenas, se localizan en la parte más profunda de las glándulas fúndicas. Son típicas células secretoras de enzimas inactivas (**pepsinógeno**) que, al activarse, forman la **pepsina**, mediado por el contacto con el jugo gástrico.
- Las células parietales u oxínticas, se encuentran en el cuello de las glándulas fúndicas, entre las células mucosas del cuello, y en las partes más profundas de la glándula. Son células grandes secretoras de ácido clorhídrico (HCl) y factor intrínseco (de Castlé).[1] La secreción de HCl es estimulada, fundamentalmente, por la gastrina, histamina y acetilcolina. El factor intrínseco es una glucoproteína que forma un complejo con la vitamina B12, paso necesario para la posterior absorción de dicha vitamina en el íleon.
- Las células G o enteroendocrinas, son productoras de gastrina, esencial para la secreción ácida del estómago.

Lámina propia (corion). Es relativamente escasa y ocupa espacios muy limitados alrededor de las criptas y glándulas gástricas.

Muscular de la mucosa. Comprende dos capas finas, la circular interna y longitudinal externa. En algunas regiones puede existir una tercera capa que tiende a un patrón circular. Se cree que estas células musculares lisas de la lámina propia facilitan hacia el exterior el flujo de las secreciones gástricas.

5.2.2. Submucosa

Se compone de tejido conectivo denso, tejido adiposo, vasos sanguíneos, fibras nerviosas y células ganglionares; que comprenden el **Plexo submucoso de Meissner**, el cual inerva los vasos de la submucosa y el músculo liso de la muscular de la mucosa.

5.2.3. Muscular

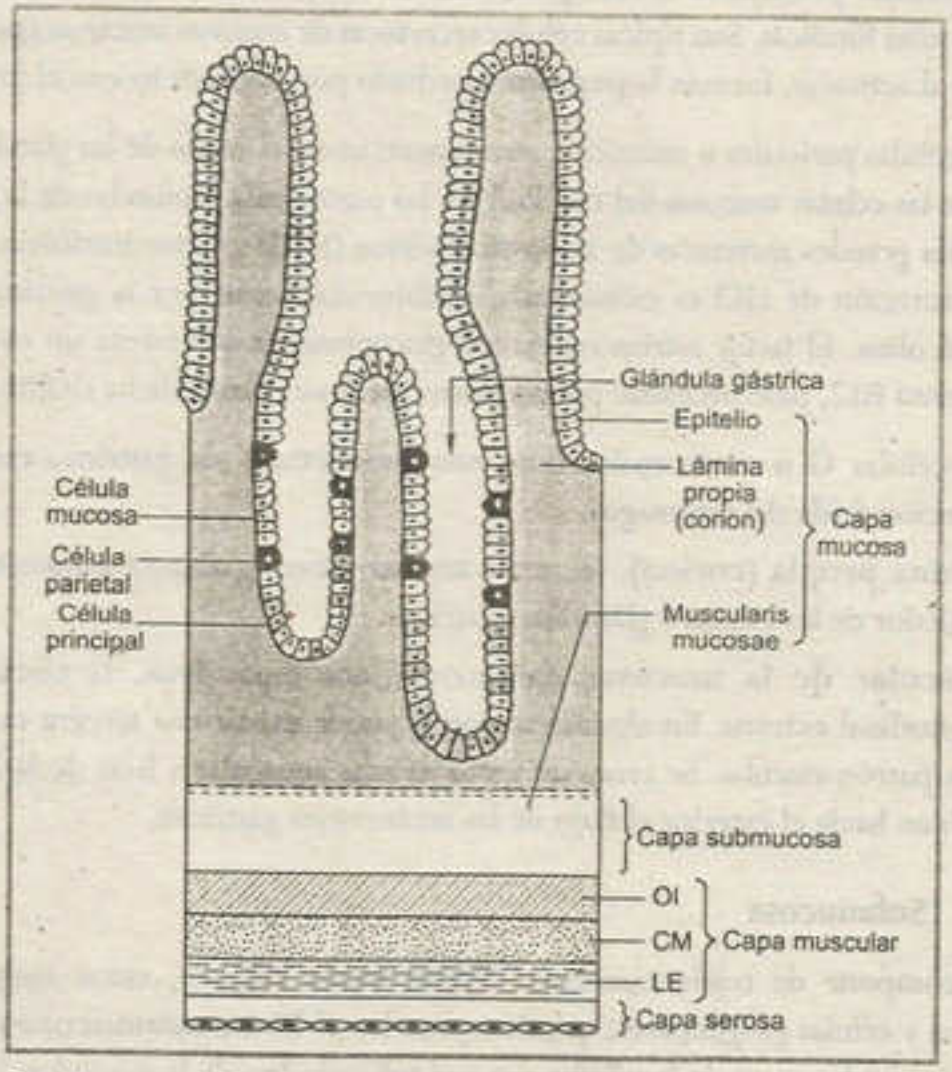
Está compuesta por una capa longitudinal externa, una capa circular media y una capa oblicua interna. Esta disposición de las capas musculares es importante, puesto que se relaciona con la acción de mezclar el quimo durante la digestión; además, de dirigir el contenido hacia el intestino delgado. Entre las capas musculares se encuentran grupos de células ganglionares y haces de fibras nerviosas amielínicas, que, en conjunto, representan el **Plexo mientérico** (de Auerbach).

---

[1] Se requiere factor intrínseco gástrico (glucoproteína) para la absorción de la vitamina B12 en el íleon. La ausencia de este factor da por resultado deficiencia de la vitamina mencionada con el desarrollo consecuente de anemia perniciosa". *Histología*. Gartner, L.; Hiatt, J. Pág. 337

5.2.4. Serosa

Corresponde a las características del tubo digestivo en general. Se continua con el peritoneo de la cavidad abdominal, a través del epiplón.



Corte transversal histológico de la pared gástrica. Se observa las capas que la componen, asimismo, en la capa mucosa se observa la presencia de las células componentes de la glándula gástrica, tales como la célula mucosa, principal y parietal. A diferencia del resto del tubo digestivo, la capa muscular consta de tres subcapas.

5.3. REGULACIÓN DE LA SECRECIÓN Y MOTILIDAD GÁSTRICA

Intervienen mecanismos hormonales y nerviosos que se desarrollan en tres fases:

5.3.1. Fase cefálica

Se debe a reflejos iniciados en receptores sensoriales de la cabeza al ver, saborear, oler, o pensar en un alimento. La corteza cerebral y el centro del hambre del hipotálamo envían señales al bulbo raquídeo, este transmite impulsos a las fibras preganglionares parasimpáticas del nervio vago, que, a su vez, estimulan las fibras posganglionares

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

parasimpáticas; las cuales inervan al plexo submucoso y a las células de la mucosa del estómago estimulando la secreción del jugo gástrico. También inervan al músculo liso de la pared del estómago estimulando la motilidad. Las emociones intensas como la ira, el miedo o la ansiedad pueden hacer lenta la digestión gástrica (por predominio del sistema nervioso simpático).

5.3.2. Fase gástrica

Cuando las paredes del estómago se distienden (estiran) o cuando el pH aumenta debido a los alimentos que van ingresando, se activan los receptores de estiramiento y los quimiorreceptores respectivamente; en ellos se originan impulsos nerviosos, los cuales contraen fibras musculares lisas (produciendo ondas peristálticas) y estimulan la secreción del jugo gástrico (ácido). Las ondas peristálticas mezclan los alimentos con el jugo gástrico y, cuando las ondas son lo suficientemente fuertes, expulsan de 10 a 15 ml de **quimo** a través del esfínter pilórico hacia el duodeno. Cuando el pH recupera su nivel bajo y ya no hay distensión de la pared, se reduce la secreción del jugo gástrico (retroalimentación nerviosa negativa).

La distensión, la presencia de péptidos y de cafeína en el estómago estimulan las células G de la mucosa del antropilórico, que en respuesta secreta la hormona gastrina. La gastrina entra a la sangre y va hacia las glándulas gástricas estimulando la secreción de jugo gástrico. También contrae el cardias, aumentando la motilidad gástrica y relajando el píloro (favorece el vaciamiento gástrico). La secreción de gastrina es inhibida cuando el pH es menor que 2 y se estimula cuando es mayor que este. La acetilcolina, liberada por fibras parasimpáticas, y la gastrina, secretada por las células G, estimulan la secreción de abundante HCl; la histamina también cumple esta función, debido a que las células parietales presentan receptores específicos para cada una de estas tres sustancias.

5.3.3. Fase intestinal

El quimo que llega al intestino delgado activa su mucosa y esta libera tres hormonas: el péptido inhibitorio gástrico (PIG), la secretina y la colecistocinina (CCC). El PIG inhibe la secreción y motilidad gástrica. La secretina disminuye las secreciones gástricas, y la CCC inhibe el vaciamiento gástrico (contrae el píloro). La presencia de alimentos en el intestino delgado también inicia el reflejo enterogástrico, se envía impulsos al bulbo, los cuales regresan al estómago inhibiendo la secreción y motilidad gástrica.

5.4. FUNCIONES DEL ESTÓMAGO

- Almacén transitorio de los alimentos ingeridos, formando el **quimo**.
- Desinfección de los alimentos mediante el HCl, puesto que neutraliza las bacterias de los alimentos.

- El moco gástrico contiene bicarbonato (HCO_3^-); por lo que protege la mucosa de la acción del HCl.
- Inicia la digestión proteica, mediante enzimas digestivas adaptadas al medio ácido.
- Produce el factor intrínseco, indispensable para la posterior absorción de la vitamina B12.
- Elabora el jugo gástrico en volumen promedio de 1500 ml/24 h y un pH de 1,5.
- Produce la hormona gastrina, mediante la célula G.
- Es el lugar de absorción de agua, electrolitos, algunos fármacos (aspirina) y alcohol.

6 El intestino delgado

Es la porción más larga del tubo digestivo, mide aproximadamente 7 metros de longitud. Comienza en el esfínter pilórico del estómago y se enrolla en las porciones central e inferior de la cavidad abdominal y, finalmente, desemboca en el intestino grueso.

El intestino delgado se divide en tres segmentos: duodeno, yeyuno e íleon:

Duodeno: Es la primera porción del intestino delgado. Tiene forma de C y se extiende desde el píloro hasta el ángulo duodeno-yeyunal (llamado también ángulo de Treitz); mide 25 cm de longitud y se divide en cuatro porciones: porción duodenal, porción descendente, porción inferior u horizontal y porción ascendente. En la segunda porción o descendente, se localiza la carúncula mayor donde desemboca la ampolla de Vater, y la carúncula menor, donde desemboca el conducto de Santorini.

Yeyuno: Es la segunda porción del intestino delgado, mide aproximadamente 2,5 m. Comienza en el ángulo de Treitz y no hay un límite fijo que lo separe del íleon. Ocupa, generalmente, la posición izquierda superior de la cavidad abdominal.

Íleon: Es la tercera porción del intestino delgado, continúa al yeyuno y termina en la válvula ileocecal que lo comunica con el intestino grueso. Mide aproximadamente 4 metros y ocupa la posición derecha inferior de la cavidad abdominal.

La unión de los dos últimos segmentos del intestino delgado toma el nombre compuesto de yeyuno-íleon, es la porción flotante del intestino delgado y ocupa la mayor parte del abdomen inferior. Desde su origen hasta que finaliza, describe 14 a 16 flexuosidades llamadas asas intestinales, las cuales se desplazan en masa; pero conservan su ubicación gracias al mesenterio al cual se encuentran insertados.

La superficie luminal del intestino delgado sufre modificaciones que le permiten aumentar el área de absorción. Estas modificaciones son: **los pliegues circulares o válvulas conniventes** (o de Kerckring), que son repliegues de mucosa y submucosa que incrementan de 2 a 3 veces la

superficie de absorción; las **vellosidades**, que son evaginaciones de la mucosa y se ubican sobre la superficie de las válvulas conniventes dándole un aspecto aterciopelado. En los puntos de inserción de las vellosidades, se encuentran orificios donde desembocan las glándulas intestinales o de Lieberkühn, las cuales secretan el jugo intestinal. Al microscopio electrónico se observa que las células intestinales (enterocitos) presentan **microvellosidades**, que al microscopio óptico constituyen el borde estriado o chapa estriada del epitelio intestinal.

6.1. CAPAS HISTOLÓGICAS

6.1.1. Mucosa

Esta compuesta por las tres capas ordinarias: una capa epitelial, la lámina propia y la capa muscular de la mucosa.

A. Capa epitelial

Revestida por epitelio monoestratificado cilíndrico con chapa estriada. Este epitelio posee, además, varios tipos de células:

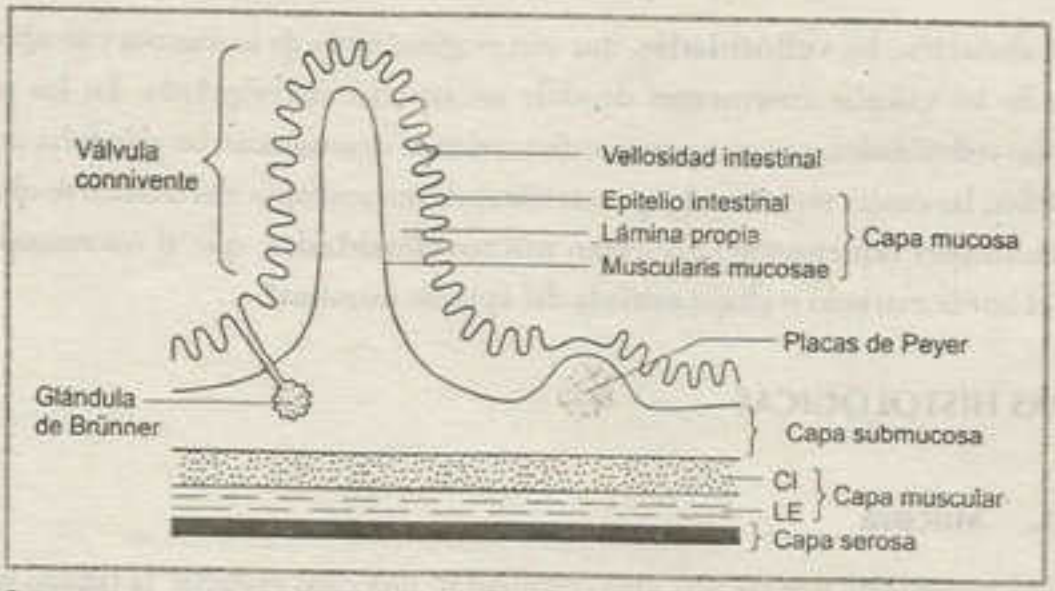
- **Células superficiales de absorción.** Son las más abundantes, su superficie apical tiene un borde en cepillo y sirve para la absorción de agua y nutrientes.
- **Células caliciformes**. Son glándulas unicelulares. Elaboran mucígeno, cuya forma hidratada es mucina, un componente del moco, que forma una capa protectora que reviste la luz.
- **Células de Paneth**. Ubicadas en el fondo de las criptas de Lieberkühn, elaboran lisozima, un agente antimicrobiano.
- **Células enteroendocrinas**. Producen hormonas paracrinas y endocrinas.
- **Células M**: Son células escamosas ubicadas en las regiones que sobresalen del epitelio (nódulos linfoides). Fagocitan y transportan los antígenos que se encuentran en la luz intestinal.

B. Lámina propia

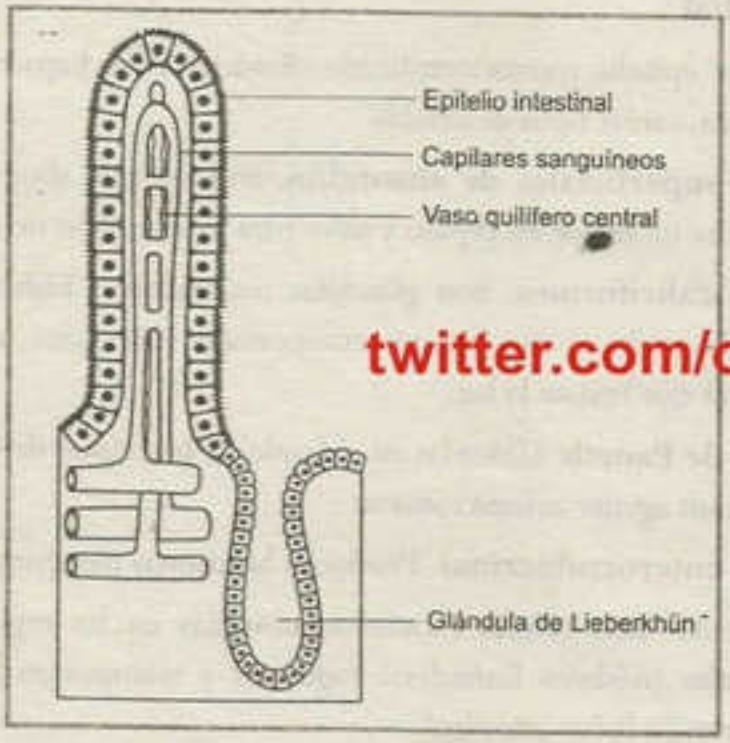
Constituida por tejido conectivo laxo, ubicada en la base de las vellosidades. Es rica en células linfoides, que ayudan a proteger a la túnica intestinal contra la invasión de microorganismos.

C. Capa muscular de la mucosa (*muscularis mucosae*)

Está compuesta por una capa circular interna y longitudinal externa de células de músculo liso. Durante la digestión estas fibras se contraen de manera rítmica.



Corte transversal de las capas histológicas del intestino delgado que muestran las vellosidades intestinales, las cuales se encargan de aumentar la superficie de absorción de los alimentos. Obsérvese además la disposición del folículo linfoide perteneciente a la placa de Peyer.



twitter.com/calapenshko

6.1.2. Submucosa

Está compuesta por tejido conectivo fibroelástico, abundantes vasos linfáticos y sanguíneos, e inervada por el plexo submucoso (de Meissner) parasimpático.

A nivel del duodeno, se localizan las glándulas duodenales o de Brüneer, las cuales secretan un material mucoide alcalino (pH: 8,0 - 9,5) que protege a la mucosa intestinal frente al quimo ácido. Esta glándula elabora también la hormona polipeptídica urogastrona que inhibe la producción de HCl y aumenta la actividad mitótica de las células epiteliales.

A nivel del íleon, se encuentran agregaciones permanentes de nódulos linfoides, llamados **Placas de Peyer**, cuya función es evitar que ingresen bacterias a la circulación sanguínea.

6.1.3. Muscular

Está constituida por dos capas de músculo liso: una capa circular interna y una capa longitudinal externa (CILE).

6.1.4. Serosa

Corresponde al peritoneo visceral. Está constituida por mesotelio y tejido conectivo laxo.

6.2. REGULACIÓN DE LA SECRECIÓN Y MOTILIDAD INTESTINAL.

El medio más importante para la regulación de la secreción y la motilidad intestinal es la generación de reflejos locales en respuesta a la presencia de quimo. Además, la hormona denominada péptido intestinal vasoactivo (PIV) estimula la secreción de jugo intestinal.

Los movimientos de segmentación dependen principalmente de la distensión intestinal que origina impulsos nerviosos hasta los plexos submucoso y mientérico y hasta el sistema nervioso central. Los reflejos locales y los impulsos parasimpáticos de retorno procedentes del SNC aumentan la motilidad. En cambio, los impulsos simpáticos disminuyen la motilidad intestinal.

El peristaltismo aumenta cuando se ha absorbido la mayor parte de nutrientes y de agua, es decir, cuando las paredes del intestino delgado están menos distendidas. Con un peristaltismo más enérgico, el quimo se desplaza hacia el intestino grueso a una velocidad de 10 cm/seg. Los primeros residuos de una comida alcanzan el intestino grueso en aproximadamente cuatro horas.

6.3. FUNCIONES DEL INTESTINO DELGADO

- **Motora**. Mezcla el quimo proveniente del estómago con las secreciones pancreáticas, biliar e intestinal. Existen contracciones de mezclado y propulsión, este último permite el avance progresivo del contenido luminal.
- **Secretora**. Elabora jugo intestinal en un volumen de 2-3 ℓ/día y con un pH alcalino.
- **Digestiva**. Finaliza la digestión de carbohidratos, proteínas y lípidos.
- **Absorción**. Absorbe los productos finales de la digestión.
- **Hormonal**. Dada fundamentalmente por la secretina y la colecistocinina, las cuáles estimulan la producción de jugo intestinal.

7 El intestino grueso

Es la última porción del tubo digestivo. Se extiende desde la válvula ileocecal hasta el ano. Tiene una longitud aproximada de 1,5 m. Presenta las siguientes porciones: ciego, colon ascendente, colon transverso, colon descendente, colon sigmoides, recto y conducto anal.

- **Ciego**. Es la porción mas dilatada del intestino grueso. Se localiza en la fosa iliaca derecha. Es una bolsa cerrada que se extiende por debajo de la válvula ileocecal y se continúa con el colon ascendente. Se conecta con el íleon a través del esfinter o válvula ileocecal. Se encuentra cubierto por peritoneo.

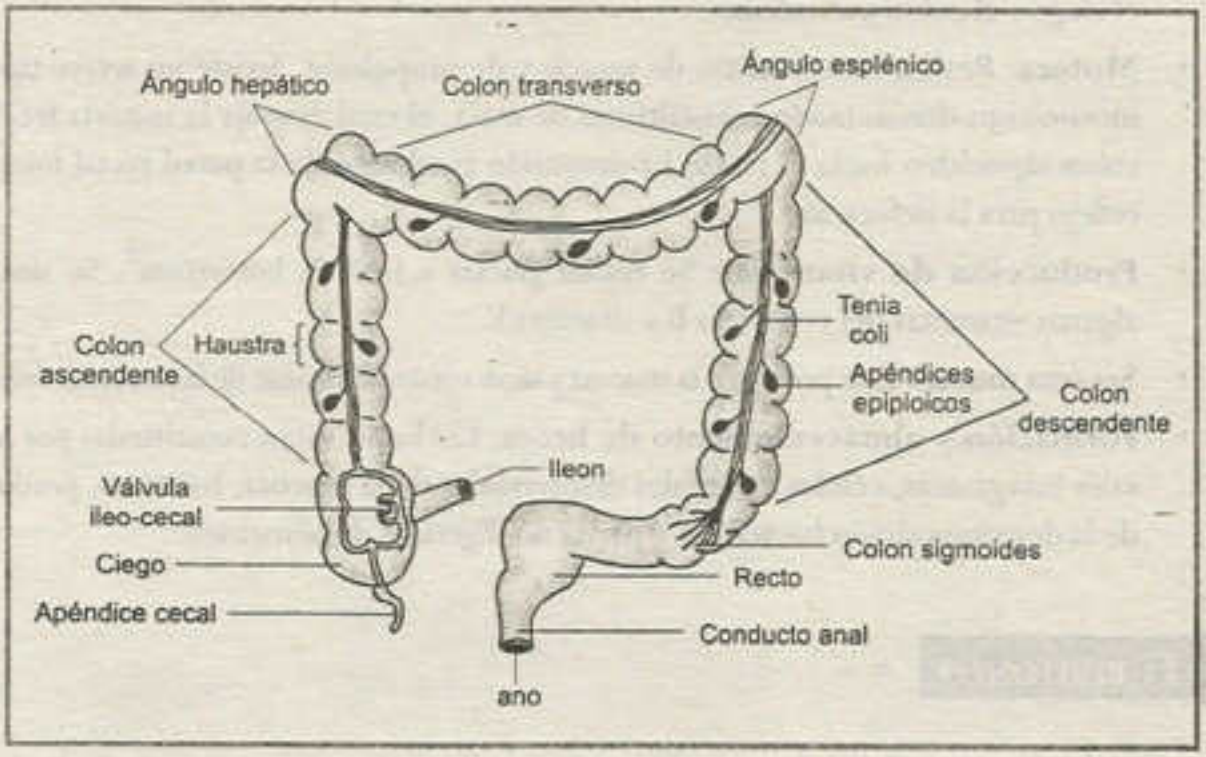
La apéndice cecal o vermiforme, es un pequeño divertículo (bolsa) tubular de extremo cerrado, que se origina en el ciego. Normalmente, mide de 5 - 10 cm de largo y unos 0,8 cm de diámetro. La pared del apéndice se compone de una capa muscular que tiene un componente longitudinal externo y otro circular interno; así, como el resto del tubo digestivo. La submucosa contiene vasos sanguíneos, nervios y tejido linfoide. El epitelio de la mucosa es como la del colon. En los niños, la lámina propia y la submucosa contienen abundante tejido linfoide; estas estructuras no existen en el recién nacido, pero se van formando progresivamente en el apéndice a lo largo de los primeros diez años de vida, para ir desapareciendo poco a poco más adelante, de tal forma que el apéndice del adulto normal solo muestra vestigios de tejido linfoide. La inflamación del apéndice se denomina apendicitis y exige su inmediata extirpación quirúrgica, ya que su ruptura da origen al desarrollo de peritonitis (inflamación del peritoneo), y este último puede constituir rápidamente una amenaza para la vida.

- **Colon ascendente**. Tiene unos 15 cm de longitud y está fijado a la pared abdominal, posterior del peritoneo. Asciende desde la válvula ileocecal hasta la superficie inferior del hígado.
- **Colon transverso**. Mide unos 50 cm de longitud y se extiende en el plano horizontal desde el ángulo cólico derecho (hepático) hasta el ángulo cólico izquierdo (esplénico). Está unido a la pared posterior y al cuerpo del páncreas por el mesenterio. Es la porción más móvil del colon.
- **Colon descendente**. Tiene en promedio 30 cm de longitud y es la parte más estrecha del colon. Se extiende desde el ángulo cólico izquierdo hasta el borde pélvico en la región lateral izquierda, donde se convierte en colon sigmoides.
- **Colon sigmoides**. Posee unos 40 cm de longitud y está situado en la fosa iliaca izquierda. Se extiende desde el borde pélvico izquierdo hasta el inicio del recto a nivel de S_3. Se une a la pared pélvica por un mesenterio en forma de V.
- **Recto**. Mide aproximadamente 12 cm de longitud y se continúa con el colon sigmoides a nivel proximal, y con el ano a nivel distal.

Comienza a nivel de S_3 en la parte posterior de la pelvis y forma un asa hacia la punta del hueso coxis, antes de ensancharse para formar la ampolla rectal. Se encuentra cubierto parcialmente por el peritoneo.

- **Conducto anal**. Tiene una longitud de unos 3 cm y es la continuación del recto. La abertura del conducto anal hacia el exterior se denomina ano.

Presenta un esfínter interno y otro externo, el primero es la continuación engrosada de la capa muscular circular del recto. El esfínter interno, constituido por músculo liso, presenta inervación vegetativa (simpática y parasimpática). El esfínter externo está bajo control voluntario (presenta músculo estriado), lo cual permite retrasar la defecación hasta un momento conveniente. En condiciones normales, el ano se encuentra cerrado, excepto durante la defecación.



Estructura anatómica del intestino grueso

7.1. ESTRUCTURA HISTOLÓGICA

Las capas del intestino grueso son, en esencia, las mismas capas que las del resto del tubo digestivo. Sin embargo, la pared es mas gruesa, la luz es mayor y la capa muscular longitudinal externa forma tres bandas (tenias coli) visibles en la superficie externa. Asimismo, no presenta vellosidad intestinal.

- **Mucosa**. Constituida por epitelio monoestratificado cilíndrico, contiene numerosas glándulas tubulares rectas que comprenden todo su espesor. Asimismo, sus células epiteliales reabsorben agua.
- **Submucosa**. Está constituida por tejido conectivo laxo.

- **Muscular**. Es de músculo liso y se encuentra dispuesta en una capa circular interna y otra longitudinal externa; esta última se divide en tres cintillas llamadas tenias coli, las cuales se inician en el apéndice cecal y llegan hasta el colon sigmoides. Las tenias coli, al estar constantemente en semicontracción, provocan la formación de pequeñas dilataciones en la pared del intestino grueso, los cuales se denominan haustras o abolladuras.
- **Serosa**. Constituida por tejido conectivo laxo y mesotelio, presenta depósitos de grasa llamados apéndices epiploicos.

7.2. FUNCIONES

- **Absorción**: Absorbe agua, electrólitos, y algunas vitaminas. Se realiza mayormente en el ciego y el colon ascendente.
- **Motora**: Realiza movimientos de mezcla y de propulsión. Existe un tercer tipo de movimiento denominado peristaltismo de masa, el cual empuja la materia fecal del colon sigmoideo hacia el recto. La distensión resultante de la pared rectal inicia un reflejo para la defecación.
- **Producción de vitaminas**: Se realiza gracias a la flora bacteriana[2]. Se sintetiza algunas vitaminas del complejo B y vitamina K.
- **Secreta mucus**: Este protege a la mucosa y sirve como lubricante de las materias fecales.
- **Formación y almacenamiento de heces**: Las heces están constituidas por agua, sales inorgánicas, células epiteliales desprendidas de la mucosa, bacterias, productos de la descomposición bacteriana y partes no digeridas de alimentos.

8 EL PERITONEO

Es la membrana serosa del abdomen y la mayor de todo el organismo. Consta de dos hojas, una parietal y otra visceral, las cuales limitan un espacio virtual llamado cavidad peritoneal que contiene líquido seroso; ambas membranas están formadas por **mesotelio** (epitelio simple plano) y tejido conectivo. La hoja parietal reviste la pared de la cavidad abdominal, mientras que la hoja visceral recubre algunos órganos abdominales constituyendo su **serosa**.

Algunos órganos están recubiertos por peritoneo solo en sus superficies anteriores, tal es el caso de los riñones y el páncreas, por lo cual se dice que son órganos retroperitoneales. El hígado también presenta un área desnuda (zona no recubierta por peritoneo) localizada entre las dos

[2] Los microorganismos presentes en el colon incluyen no solo bacilos como Escherichia coli y Enterobacter aerogenes, sino también microorganismos pleomorfos como bacteroides fragilis, cocos de varias especies y microorganismos del tipo de los bacilos de la gangrena gaseosa, que causan enfermedad grave en los tejidos fuera del colon. En las evacuaciones se pasan grandes masas de bacterias". *Fisiología médica*. Gannong. William. Pág. 569.

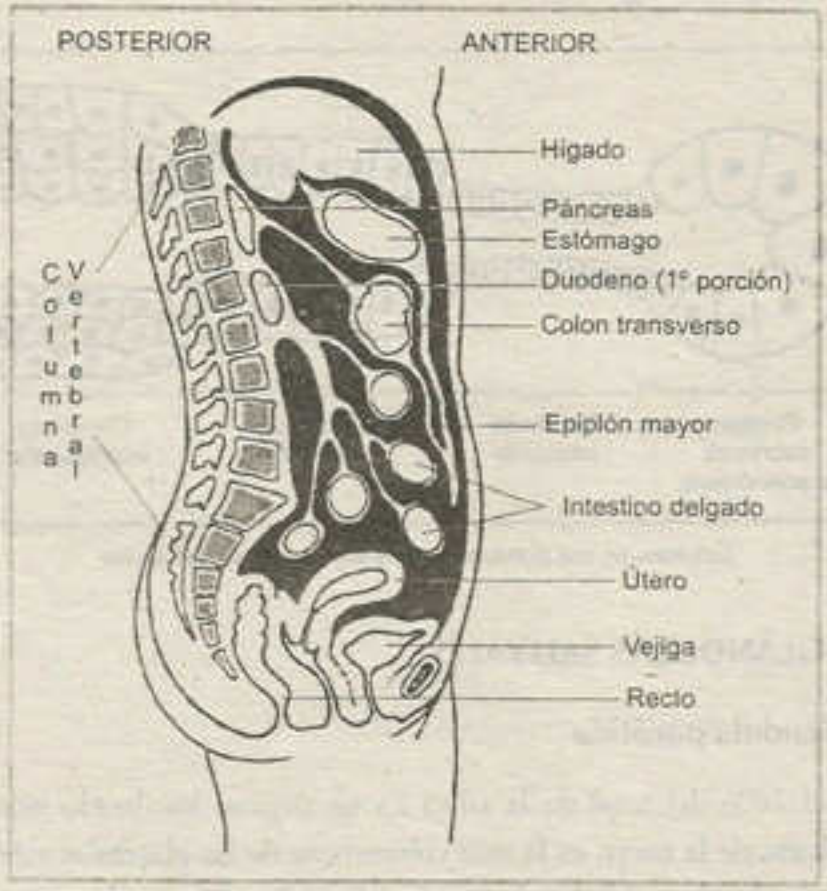
hojas del ligamento coronario. El peritoneo, a diferencia del pericardio y la pleura que recubren uniformemente el corazón y pulmones respectivamente, presenta grandes pliegues que se introducen entre las vísceras con los que unen los órganos entre sí y a las paredes de la cavidad.

El mesenterio es una extensión amplia del peritoneo, de doble hoja y que en forma de abanico recubre y suspende al yeyuno e íleon a la pared abdominal posterior.

El mesocolon transverso recubre y une el colon transverso a la pared abdominal posterior. El ligamento falciforme junto con el ligamento redondo fijan el hígado a la pared abdominal anterior y al diafragma.

El epiplón menor, conformado por los ligamentos **hepatogástrico** y **hepatoduodenal**, se origina como dos pliegues de la serosa gástrica y duodenal, suspendiendo al estómago y el duodeno del hígado.

El epiplón mayor cuelga desde la curvatura mayor del estómago, cubre el colon transverso y desciende por delante de las vísceras abdominales. Contiene gran cantidad de tejido adiposo y toma aspecto de un "delantal graso". Comprende a los ligamentos gastrocólico, esplenorenal y gastroesplénico.



Corte sagital que muestra el peritoneo de una mujer. Obsérvese las imágenes del abdomen y de la pelvis delante de la columna vertebral, indicando la relación de las extensiones peritoneales entre sí y respecto a los órganos de las regiones abdominopélvicas. El páncreas y bulbo duodenal (1° porción) solo se recubren por peritoneo en su parte anterior.

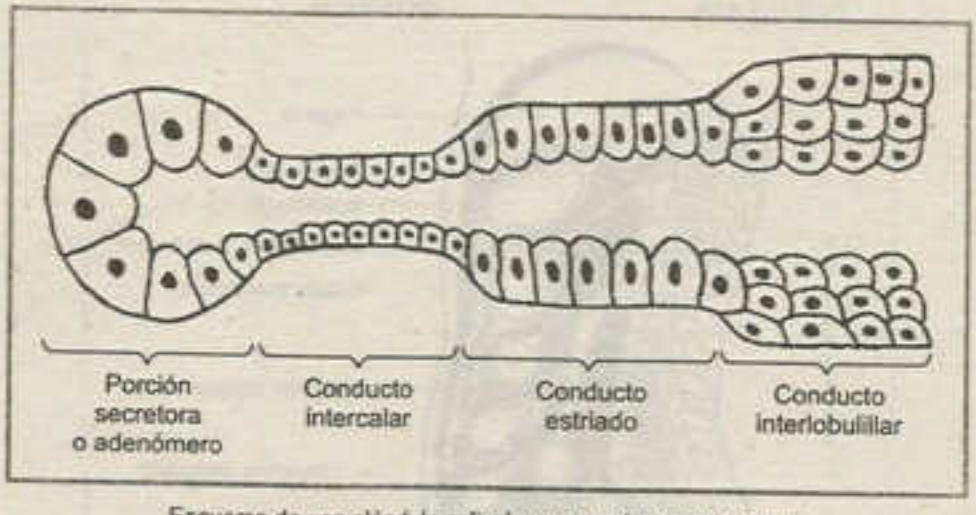
LAS GLÁNDULAS ANEXAS

Son estructuras accesorias que poseen conductos excretores que vierten sus secreciones al interior del tubo digestivo, participando de este modo en la degradación química de los alimentos.

1 LAS GLÁNDULAS SALIVALES

Son glándulas pares con conductos largos, constituidas por unidades morfofuncionales llamadas adenómeros, las cuales están formadas por una porción secretora y por conductos excretores. Por la secreción de las células, que forman los acinos, pueden ser serosas o mucosas, dicha secreción forma la saliva, jugo digestivo que actúa sobre el bolo alimenticio.

Existen dos grupos de glándulas; las **mayores** que producen el 95% del volumen total de la saliva, y las **menores** el 5% restante respectivamente. Las glándulas mayores incluye a las parótidas, submaxilares y sublinguales.



Esquema de una glándula salival y sus conductos excretores

1.1. TIPOS DE GLÁNDULAS SALIVALES

1.1.1. Glándula parótida

Secreta el 20% del total de la saliva Es un órgano localizado subcutáneamente por debajo y delante de la oreja, es la más voluminosa de las glándulas salivales. La saliva que segrega es drenada a la cavidad oral a través del conducto parotídeo (Stenon), el mismo que desemboca en un ostio puntiforme, situado frente al cuello de la segunda molar superior.

La secreción salival es puramente serosa, y es rica en enzimas digestivas. Cuando se inflama se llama parotiditis (paperas).

1.1.2. Glándula submaxilar

Secreta el 70% del total de la saliva. Se localiza en el triángulo submaxilar, medial y debajo del cuerpo de la mandíbula. Drena su secreción a la cavidad oral mediante el conducto de Wharton de 4 - 5 cm de longitud, el mismo que desemboca en el piso de la boca, por delante y al costado del frenillo lingual.

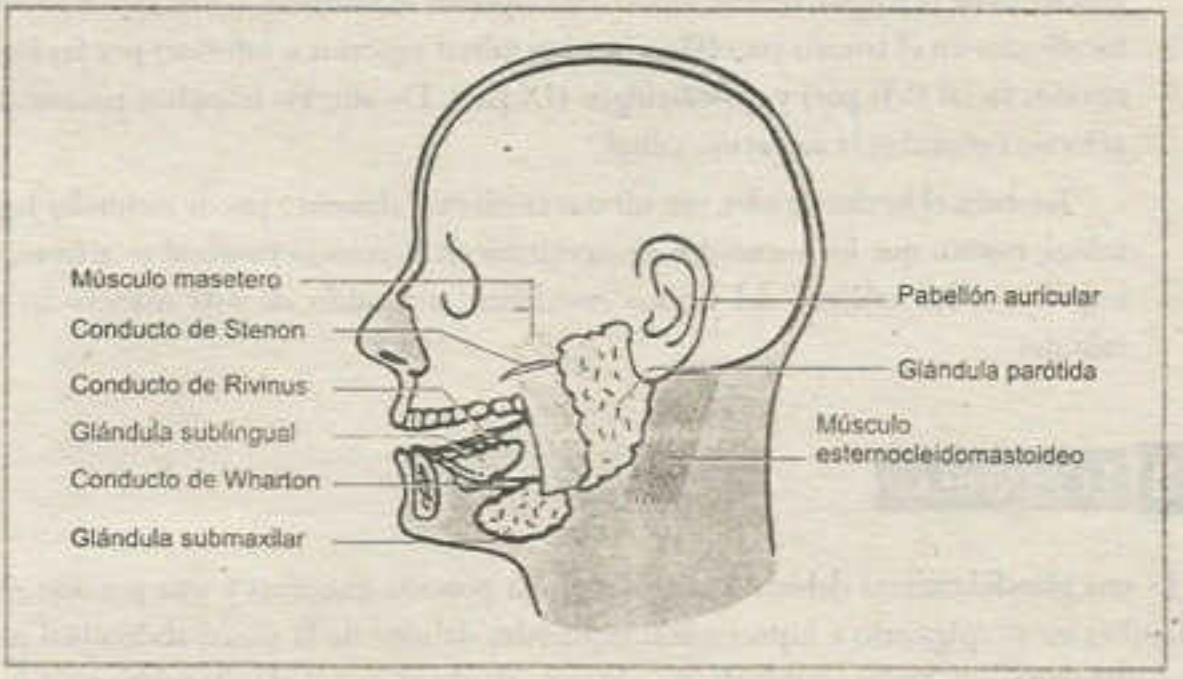
La secreción salival es mixta, es decir, es seromucosa, pero con predominio seroso.

1.1.3. Glándula sublingual

Produce el 5% del total de la saliva. Son órganos pequeños localizados en el piso de la boca, anterior a las glándulas submaxilares. Drenan su secreción a la cavidad oral mediante múltiples y pequeños conductos sublinguales que varían de 15 - 30 (uno por cada glándula). Esto implica que no se trata de una glándula única, sino que resulta de la unión de una serie de glándulas.

Entre los conductos, hay uno más desarrollado, dado por la fusión de algunas glándulas, es el conducto de **Rivinus** o de Bartholin que emerge de la parte media de la glándula, acompañando al conducto submandibular para desembocar en el piso de la boca. La secreción salival es de tipo mixto, pero con predominio mucoso.

El grupo de las glándulas menores se sitúa en la submucosa bucal, entre las que se mencionan, las glándulas bucales, labiales, palatinas y linguales. La mayoría de estas glándulas presentan secreción seromucosa (mixta), pero las glándulas palatinas y linguales son puramente mucosas.



Esquema que muestra la ubicación y las relaciones anatómicas de las glándulas salivales

1.2. SALIVA

Constituye las secreciones combinadas de todas las glándulas salivales. El ser humano produce diariamente en promedio 1-1,5 L de saliva, la cual interviene fundamentalmente en la insalivación del bolo alimenticio, puesto que inicia la digestión del almidón. Además, permite la humidificación de los labios, facilita la deglución, diluyen los alimentos secos en sustancias químicas, las cuales estimulan las papilas gustativas.

Entre los componentes de la saliva se observa que el 99% es agua y 1% es solutos. Implica entonces que se trata de una solución acuosa hipotónica con un pH de 6 a 7,4 y contiene enzimas (ptialina o –amilasa que degrada el almidón; lisozima que es antibacteriano; inmunoglobulinas; etc.), glucosa, Na^+, K^+, Ca^{++}, HCO_3^-, moco, células de defensa (leucocitos), células desprendidas de la mucosa oral, bacterias, hongos, virus, etc. Por ejemplo, existen 10^9 gérmenes/ml de saliva en el hombre sano.

El sarro es un sedimento de la saliva que se adhiere, sobre todo, a los dientes inferiores.

1.3. REGULACIÓN DE LA SECRECIÓN SALIVAL

El proceso de salivación es regulado por el sistema nervioso. Así, el sistema nervioso autónomo, mediante el sistema parasimpático, estimula la secreción continua de una cantidad moderada de saliva con lo que se mantiene la humedad de las mucosas de la boca y lengua. Por otra parte, el sistema simpático, durante el estrés, inhibe la secreción salival causando sequedad en la boca, lo cual a su vez estimula la sed.

El alimento también es un estimulante de la secreción salival puesto que las sustancias químicas de los alimentos, disueltos en la saliva, estimulan los receptores de los botones gustativos de la lengua; de este modo, los impulsos se transmiten hasta los núcleos salivales localizados en el tronco encefálico (nucleo salival superior e inferior) por las fibras de los nervios facial (VII par) y glosofaríngeo (IX par). De ahí, los impulsos parasimpáticos de retorno estimulan la secreción salival.

También el hecho de oler, ver, oír o recordar un alimento puede estimular la secreción salival, puesto que los recuerdos almacenados en la corteza cerebral se activan, enviando impulsos a los núcleos del tronco encefálico, activando de esta manera las glándulas salivales.

2 EL PÁNCREAS

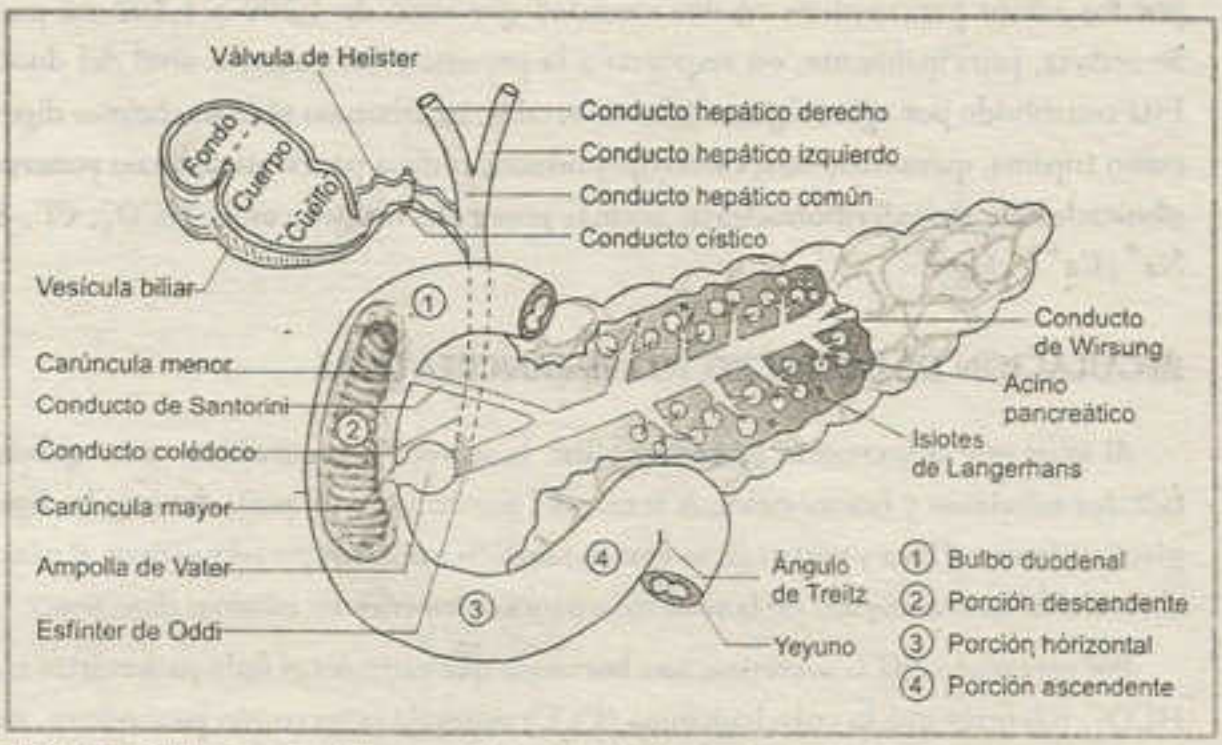
Es una glándula mixta debido a que posee una porción exocrina y una porción endocrina. Se localiza en el epigastrio e hipocondrio izquierdo, delante de la pared abdominal posterior y detrás del peritoneo (retroperitonal). Se extiende desde el marco duodenal hasta el bazo, mide

16-20 cm de largo, 4-5 cm de altura y 2-3 cm de grosor, pesa aproximadamente 70 g. Presenta un extremo derecho, denominado cabeza; una parte media, denominada cuerpo; y un extremo izquierdo, llamado cola.

2.1. ESTRUCTURA

2.1.1. Páncreas exocrino

Está constituido por grupos celulares denominados acinos pancreáticos, que representan la mayor parte de la masa pancreática (99% de su peso). Estas células secretan una mezcla de líquidos y enzimas digestivas denominadas jugo pancreático, el cual es vertido a la segunda porción del duodeno a través del conducto pancreático principal o de Wirsung y el conducto pancreático accesorio o de Santorini, que desembocan en la carúncula mayor y menor, respectivamente. El sistema de conductos del páncreas se inicia en el centro del acino con los conductos intercalares, estos conductos se unen entre sí para formar los conductos intralobulillares, que, al converger, forman los conductos interlobulares y descargan su contenido en el conducto pancreático principal.



Relaciones del páncreas, vías biliares y duodeno. En el gráfico se observa la desembocadura de la vía biliar y pancreática a nivel de la segunda porción del duodeno (carúncula mayor). Del conducto de Wirsung parte además el conducto accesorio (de Santorini) que desemboca en la carúncula menor.

2.1.2. Páncreas endocrino

Está constituido por células endocrinas que se agrupan formando pequeños conglomerados conocidos como los "islotes de Langerhans" y constituye el 1% del peso del páncreas. Son cinco tipos de células que componen cada islote de Langerhans:

- Células β (70%) concentradas en el centro del islote, liberan insulina (hormona hipoglicemiante).
- Células α (20%) ubicadas en la periferia del islote, secreta el glucagón (hormona hiperglicemiante).
- Célula δ (15%) secreta somatostatina que disminuye la motilidad del tubo digestivo y vesícula biliar.
- Células G (1%) secretan gastrina que estimula la producción de HCl por las células parietales del estómago.
- Célula PP o célula FF (1%) secreta el polipéptido pancreático que inhibe las secreciones exocrinas del páncreas.

2.2. JUGO PANCREÁTICO

Es un líquido transparente e incoloro, de aspecto alcalino (pH=8), elaborado por los acinos pancreáticos en una cantidad que varía de 1,200 a 1,500 ml por día. Se secreta, principalmente, en respuesta a la presencia del quimo a nivel del duodeno. Está constituido por agua, algunas sales minerales, bicarbonato sódico, enzimas digestivas como tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidasas, amilasa pancréatica, lipasa pancreática, ribonucleasa y desoxirribonucleasa; además posee electrolitos como: HCO_3^-, Cl^-, $SO_4^=$, Na^+, Ca^{++}, Mg^{++}.

2.3. REGULACIÓN DE LAS SECRECIONES PANCREÁTICAS

Al igual que la secreción gástrica y biliar, la secreción pancreática está regulada por factores nerviosos y hormonales. A través del nervio vago (X par), durante la digestión gástrica (fases cefálica y gástrica), se envían también impulsos parasimpáticos al páncreas, el resultado es el aumento de la secreción pancreática (rica en enzimas digestivas).

Por otra parte está la secretina, una hormona que estimula el flujo pancreático rico en HCO_3^-, mientras que la colecistocinina (CCC) estimula la secreción pancreática, rica en enzimas digestivas; ambos son estimulados en respuesta al quimo ácido proveniente del estómago y a la presencia de grasas y proteínas parcialmente digeridas. Ambas hormonas son secretadas por células enteroendocrinas de la mucosa del intestino delgado.

3 EL HÍGADO

El hígado es la glándula más grande de todo el organismo y es un órgano interno homogéneo, liso y friable. Es una glándula mixta, es decir, tiene función tanto exocrina como endocrina; por lo que es también una glándula anexa al sistema digestivo que vierte la bilis hacia el duodeno (función exocrina).

Se localiza en la parte superior derecha del abdomen, a nivel del hipocondrio derecho principalmente y parte del epigastrio, inmediatamente por debajo del diafragma.

Es de color rojo pardo, mide 28 cm de largo, 20 cm de ancho y 8 cm de espesor. Pesa aproximadamente 1500 g en el adulto medio, el cual corresponde a 1/50 del peso del adulto, en comparación sobre 1/25 en un recién nacido

El hígado se mantiene en su posición por:

- Presión abdominal.
- Ligamentos: coronario, triangulares, falciforme y redondo.
- Vena cava inferior, a la que se fija por medio de las venas suprahepáticas.

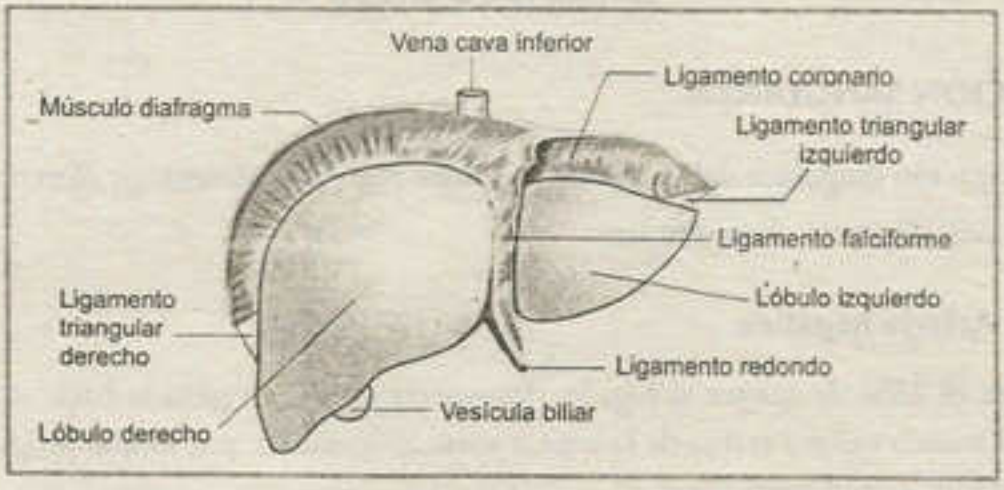
3.1. CONFIGURACIÓN EXTERNA

La forma del hígado depende, fundamentalmente, de los órganos vecinos, sin embargo, se la puede comparar con una semiesfera, en la que se distinguen dos caras.

3.1.1. Cara antero-superior

Llamada también diafragmática, es convexa, lisa y se adapta a la concavidad derecha de la cúpula del músculo diafragma, al cual se une mediante el ligamento coronario.

En esta cara se distingue también al ligamento falciforme, el cual divide al hígado en lóbulo derecho e izquierdo respectivamente.



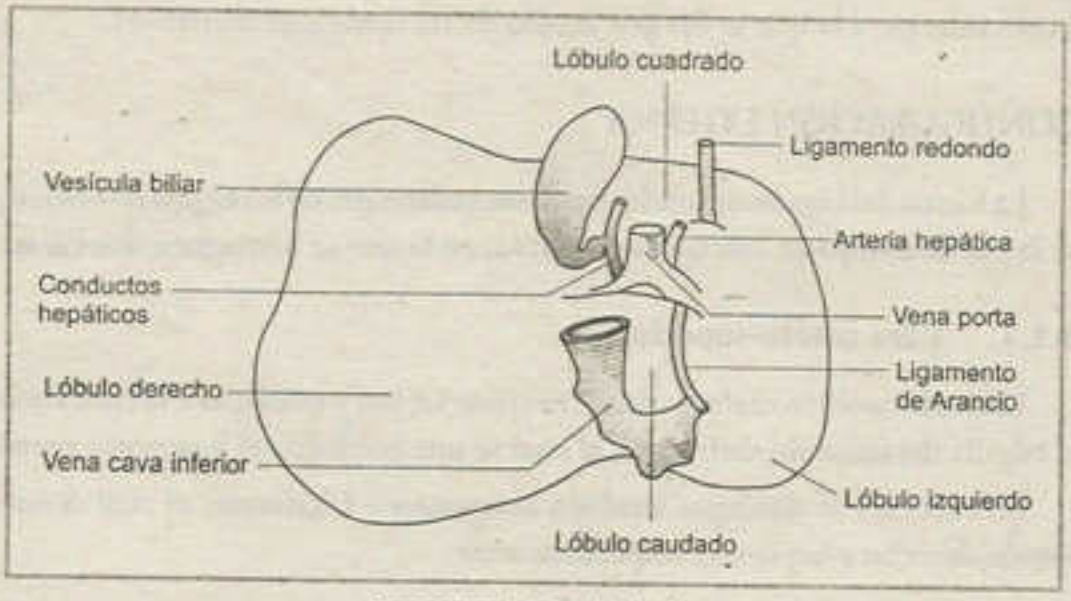
Cara antero superior del hígado

3.1.2. Cara Postero-inferior

Llamada también cara visceral, es cóncava y está en relación con las vísceras abdominales como estómago e intestinos. Presenta tres surcos, dispuestos en forma de H, que dividen al hígado en cuatro lóbulos. Además, contiene al hilio hepático, lugar por donde ingresan o salen los elementos del pedículo hepático, constituido por arteria hepática, vena porta, conductos hepáticos, vasos linfáticos y nervios vegetativos.

El hígado posee dos bordes; el anterior, que es cortante y delgado, está determinado por la unión de las caras diafragmáticas y visceral; y el posterior, el cual es romo, une las caras diafragmática y visceral.

Asimismo, se distinguen cuatro lóbulos: el **lóbulo derecho**, que es el más grande y se relaciona con el colon, riñón derecho, duodeno y glándula suprarrenal derecha; el **lóbulo izquierdo**, que se relaciona con el estómago; el **lóbulo anterior o cuadrado y el lóbulo posterior**, llamado también lóbulo caudado o de Spiegel y constituye un lóbulo independiente.



Cara postero inferior del hígado

3.2. IRRIGACIÓN SANGUÍNEA

La irrigación sanguínea del hígado se mantiene por vasos aferentes y eferentes.

Los vasos aferentes, comprenden:

3.2.1. Arteria hepática

Aporta el 25% de sangre al hígado. Transporta sangre oxigenada hacia el hígado a partir del tronco celíaco (rama de la arteria aorta abdominal), por lo que proporciona al hígado una irrigación nutricional.

3.2.2. Vena porta

Aporta el 75% de la irrigación sanguínea hepática. Transporta hacia el hígado sangre venosa, proveniente de los principales órganos abdominales (tubo digestivo, páncreas, bazo) que es pobre en oxígeno, pero contiene gran cantidad de nutrientes recién absorbidos en el intestino, células sanguíneas degradadas en el bazo y secreciones endocrinas del páncreas.

Antes y durante el nacimiento, hasta la ligadura, la vena umbilical lleva al hígado la sangre arterial de la madre procedente de la placenta. Después de la ligadura del cordón umbilical, la vena umbilical se oblitera quedando como vestigio fibroso, el ligamento redondo.

Vasos eferentes

Está dado por las venas hepáticas o suprahepáticas, que drenan la sangre venosa del hígado, desde los lóbulos hepáticos hacia la vena cava inferior.

3.3. HISTOLOGÍA

El hígado presenta dos componentes:

3.3.1. Estroma

Constituido por tejido conectivo que sirve de soporte, está dado por la cápsula de Glisson (tejido conectivo denso), que se introduce a nivel del hilio y se ramifica hasta alcanzar los espacios porta, que es una porción de tejido conectivo, el cual contiene una arteriola (rama de la arteria hepática), una vénula (rama de la vena porta), un conducto biliar y un vaso linfático.

3.3.2. Parénquima

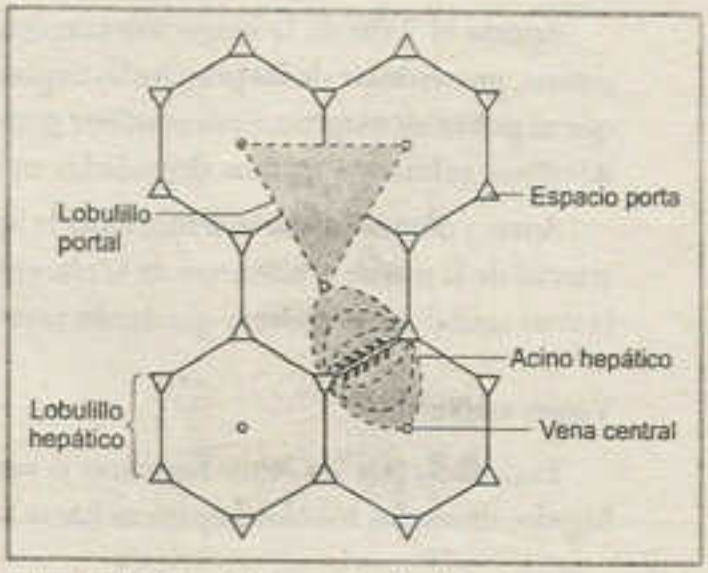
Está constituido por células epiteliales especializadas, llamadas células hepáticas o hepatocitos, que son de forma poligonal, dispuestas en cordones de una a dos células de espesor llamadas columnas de hepatocitos. Entre estos cordones se hallan los capilares sinusoidales (sinusoides), cuya pared está revestida por células endoteliales y células de Küpffer. Estas últimas son macrófagos fijos y se llaman también células estrelladas reticuloendoteliales, que tienen la función de destruir leucocitos y eritrocitos envejecidos, así como también bacterias y sustancias tóxicas respectivamente.

Entre la pared del sinusoide y la columna de hepatocitos se localiza el espacio de Disse (espacio perisinusoidal) que es el sitio de intercambio de materiales entre la sangre y las células hepáticas. Asimismo, en este lugar se encuentra un tercer tipo celular que es el lipocito o adipocito (Células de Ito) que almacena la vitamina A.

Existen diferentes formas de observar la disposición de las columnas de hepatocitos, a los que se ha denominado lobulillos hepáticos, consideradas como las unidades funcionales del hígado.

A. Lobulillo Hepático (clásico)

Es la descripción tradicional de la organización del parénquima hepático y tiene la forma de un prisma hexagonal de unos 2 mm de longitud y 700 um de diámetro. Esta forma considera que las columnas de hepatocitos (de Remack) se disponen de manera radial, desde la vena central hacia la periferie del lobulillo. La vena central se localiza al centro del lobulillo (centrolobulillar), en la cual drenan los sinusoides. En los ángulos del hexágono se encuentran los espacios portales o de Kiernan (compuesta por tejido conectivo laxo) que contienen la triada portal (rama de la vena porta, arteria hepática y conducto biliar respectivamente)



Estructura histológica del parénquima hepático, donde se aprecia las diferentes formas en la cual se disponen las columnas de hepatocitos.

B. Acino hepático (acino portal de Rappaport)

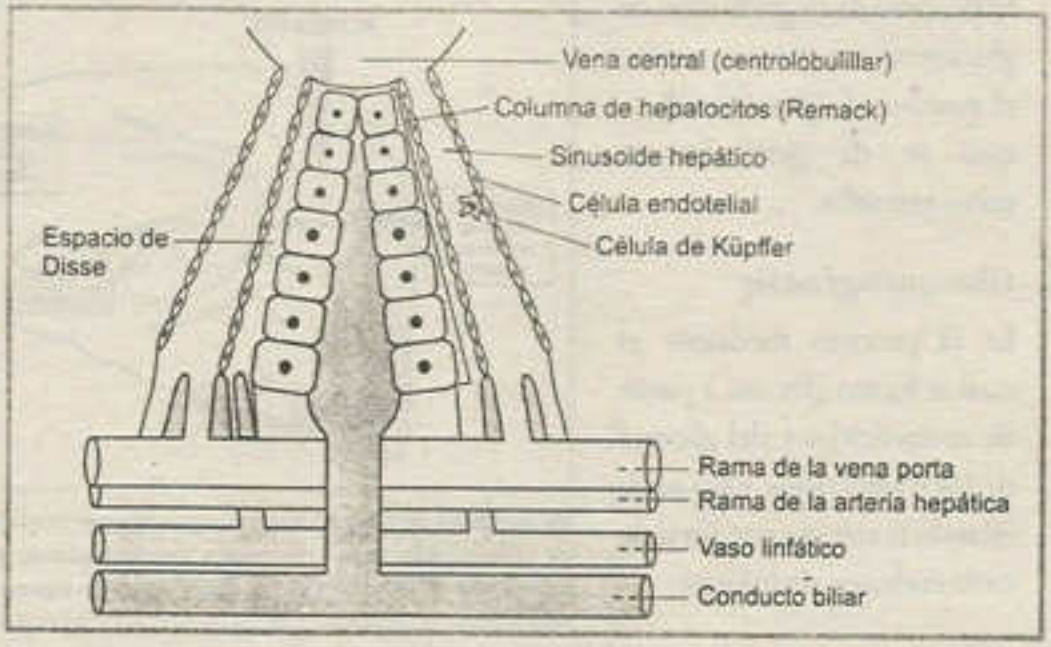
Tiene forma romboidal y considera que las columnas de hepatocitos se disponen alrededor de las ramas laterales de la arteria y vena del espacio porta. El eje menor está definido por las ramas terminales de la tríada portal; el eje mayor es la línea trazada entre las dos venas centrales más cercanas al eje menor.

En cuanto a la funcionalidad, esta forma permite describir mejor la correlación entre perfusión sanguínea, actividad metabólica y patología hepática.

C. Lobulillo portal

Esta forma destaca las funciones exocrinas hepáticas, es decir, la secreción biliar. Sus márgenes están determinados por líneas imaginarias que unen las tres venas centrales circundantes a la tríada portal, definiendo un bloque de tejido triangular y que incluye porciones de tres lobulillos clásicos.

La bilis, secretada por los hepatocitos, drena por los capilares o canalículos biliares para desembocar en los conductos biliares pequeños que formarán, finalmente, los conductos hepáticos derecho e izquierdo; los mismos que al unirse forman el conducto hepático común, este se une al conducto cístico, procedente de la vesícula biliar, para formar el conducto colédoco que junto con los conductos pancreáticos desembocan en el duodeno.



Estructura de una porción del lobulillo hepático. Obsérvese la disposición de los hepatocitos y su relación con el espacio de Disse, sinusoide hepático y vía biliar. Obsérvese además por un extremo los elementos del espacio porta y por el otro extremo la vena centrolobulillar (central)

3.4. FISIOLOGÍA HEPÁTICA

El hígado, considerado como el "laboratorio central" del cuerpo, puede realizar hasta cien funciones diferentes, efectuados en su mayor parte por los hepatocitos. Cada una de estas células hepáticas produce no solo la secreción exocrina llamada bilis, sino también diversas secreciones endocrinas.

Los hepatocitos metabolizan los productos terminales de la absorción por el tubo digestivo, lo almacenan y lo descargan como reacción a las señales hormonales y nerviosas. Estas células también destoxifican a los fármacos y a las toxinas, protegiendo de esta manera al cuerpo contra sus efectos dañinos. Entre las funciones del hígado destacan los siguientes:

3.4.1. Metabolismo de carbohidratos

Es especialmente importante para mantener la glicemia (concentración de glucosa en sangre) dentro de los valores normales.

A. Glucogénesis

Es el proceso por el cual muchas unidades de glucosa se unen y forman una moléctula de cadena larga denominada glucógeno; esto se da cuando la glicemia es alta. Formado el glucógeno, nuestro organismo lo puede almacenar hasta 500 g. 25% en el hígado y el 75% en las fibras musculares.

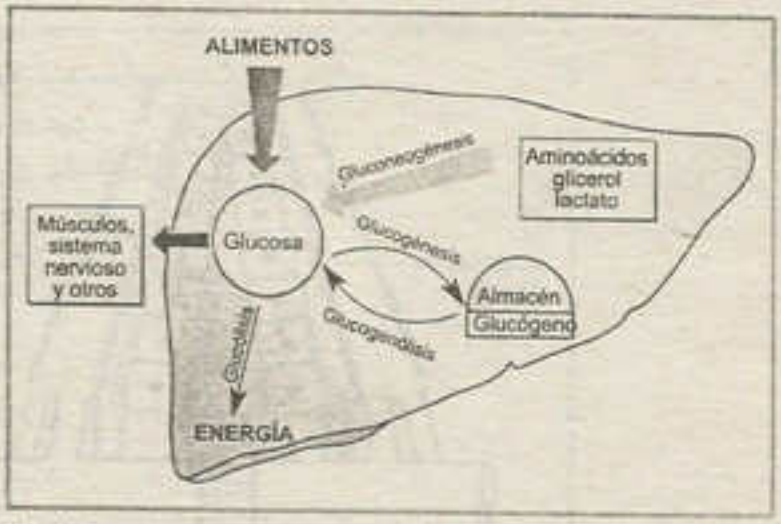
B. Glucogenólisis

Cuando el organismo necesita energía se degrada el glucógeno almacenado en el hígado en glucosa y esta es liberada a la sangre para su transporte a las células, donde será utilizada.

El proceso de degradación de glucógeno en glucosa recibe el nombre de glucogenólisis, esto se da generalmente entre comidas.

C. Gluconeogénesis

Es el proceso mediante el cual se forma glucosa a partir de aminoácidos y del glicerol de los triglicéridos, esto se da cuando la reserva corporal de carbohidratos disminuye.



Metabolismo de carbohidratos: La glucosa que proviene de la digestión de los carbohidratos, en el hígado sufre transformaciones, por lo que si hay en abundancia se almacena como glucógeno, sino ingresa a la vía catabólica para producir energía bajo la forma de ATP. Además se puede generar glucosa a partir de otros compuestos, esto ocurre en caso de ayuno prolongado.

D. Glucólisis

Es el catabolismo de la glucosa, la cual se realiza en todos los tejidos. Como producto del catabolismo de la glucosa, se obtiene energía en forma de ATP.

Cuando la glicemia es alta se da la glucogénesis, y cuando el nivel es bajo se da la glucogenólisis y/o gluconeogénesis.

3.4.2. Metabolismo de lípidos

Los lípidos provenientes de la alimentación, como los ácidos grasos, colesterol, triglicéridos o grasas neutras y fosfolípidos, son utilizados por el hígado para la formación de lipoproteínas, los mismos que son elementos de transporte de los lípidos hacia el tejido adiposo, u otros lugares para su almacenamiento o uso. También una parte se puede utilizar para producir energía (ATP) o para reducirlos a glicerol, que puede ser usado para formar glucosa u otros procesos.

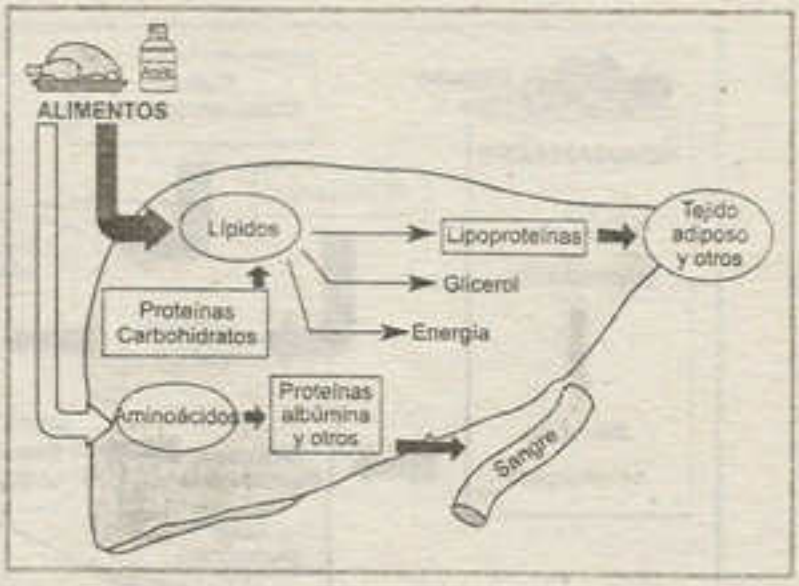
En el hígado también se sintetiza colesterol y otros lípidos a partir de carbohidratos, principalmente. Así, el colesterol puede ser usado para la formación de sales biliares, para estabilizar membranas celulares o ser exportado a otros órganos (glándulas endocrinas) para la formación de hormonas esteroideas.

3.4.3. Síntesis de proteínas

Los aminoácidos procedentes, principalmente, de la digestión de las proteínas ingeridas en la dieta llegan al hígado, donde se van a utilizar para sintetizar proteínas de importancia capital como: **albúmina**, que es una proteína plasmática que mantiene la presión oncótica y que también sirve para transportar otras sustancias; **enzimas**, que catalizan reacciones químicas en muchas regiones corporales; **fibrinógeno y otros factores de la coagulación**,

que son liberados al plasma para su participación en la hemostasia. Además, de otras proteínas como las **globulinas** y proteínas estructurales.

En el metabolismo protéico la función del hígado es esencial, de lo contrario, la muerte se produciría en pocos días. Así por ejemplo, transforma el amoníaco (NH_3), una sustancia tóxica, en una sustancia menos tóxica llamada úrea que se excreta en la orina.



Metabolismo de proteínas, lípidos y glúcidos: La energía (ATP) se puede obtener a partir de cualquiera de ellos, el nutriente en exceso se almacena y constituye el tejido adiposo principalmente. Las proteínas de la dieta son removidas para formar otras proteínas como por ejemplo la albúmina.

3.4.4. Función excretora

El amoníaco se forma por la desaminación de los aminoácidos en los hepatocitos y por la síntesis de amoníaco propiamente dicho a nivel de la flora bacteriana del tubo digestivo. El amoníaco, luego es transformado en úrea y eliminado en la orina por el riñón.

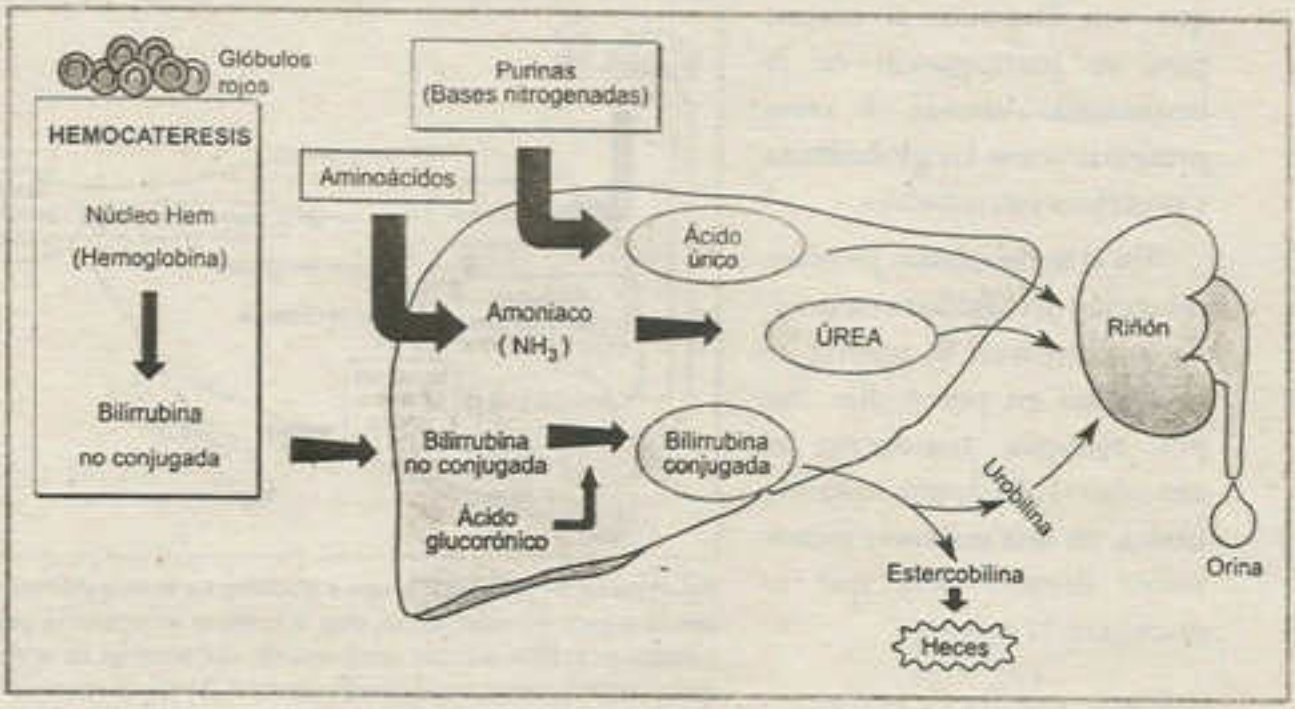
También en el hígado se sintetiza ácido úrico a partir de las purinas (bases nitrogenadas); este ácido úrico, al igual que la úrea, se excreta en la orina.

Por otro lado, en la hemocateresis (destrucción de glóbulos rojos viejos o alterados), se libera el núcleo HEM de la hemoglobina y a partir de él se produce bilirrubina no conjugada (insoluble), que al pasar por el hepatocito se conjuga, transformándose en una sustancia soluble mediante el ácido glucorónico y luego excretado de los hepatocitos por un proceso de transporte activo a los canalículos biliares. Finalmente, la bilirrubina será excretada como urobilina en la orina y como estercobilina en las heces.

3.4.5. Secreción de bilis

Los hepatocitos producen constantemente la bilis, conformada principalmente por agua, sales biliares, fosfolípidos, bilirrubina, colesterol y electrolitos. La secreción diaria es de aproximadamente 600 a 1200 ml de bilis, que se dirige a la vesícula biliar donde se concentrará (disminuye la cantidad de agua) y almacenará. Ante la ingesta de lípidos, la bilis se elimina hacia el duodeno, donde emulsificará la grasa gracias a las sales biliares[3], formando micelas para su absorción.

[3] "Las sales biliares ejercen dos efectos. En primer lugar, tienen una acción detergente sobre las partículas de grasa de los alimentos, disminuyendo su tensión superficial y favoreciendo la fragmentación de los glóbulos en otros de tamaño menor (función emulsionadora). En segundo lugar ayuda a la absorción de los ácidos grasos, los monoglicéridos, el colesterol y otros lípidos en el sistema digestivo. Para ello forman diminutos complejos con los lípidos llamados micelas". *Tratado de fisiología médica*. Guyton A. Pág. 899



Metabolismo de compuestos nitrogenados y la bilirrubina: Los productos nitrogenados (aminoácidos y purinas) son metabolizados a úrea y ácido único y se excretan por el riñón; de la misma forma la bilirrubina no conjugada (indirecta) se transforma en conjugada (directa) que luego se elimina ya sea por la orina o las heces.

3.4.6. Función de destoxificación

El hígado muchas veces actúa sobre sustancias con potencial tóxico para el cuerpo, y mediante reacciones químicas de oxidación y/o reducción donde participa el complejo enzimático del citocromo P-450, las transforma en otro tipo de sustancias que, por lo general, son menos tóxicas o inocuas para el organismo. Por ejemplo, destoxifica o excreta en la bilis, fármacos como la penicilina, eritromicina y sulfonamidas.

3.4.7. Otras funciones

Existen muchas otras funciones que se lleva a cabo en el hígado, entre los que se mencionan:

- **Función endocrina**. El hígado sintetiza la hormona somatomedina C, que actúa sobre los diversos tejidos (huesos y cartílagos de crecimiento principalmente) estimulando su crecimiento. Del mismo modo interviene en la activación de la vitamina D, junto con la piel y los riñones.
- **Hemocateresis**. El hígado también participa en esta función, junto con el bazo y la médula ósea roja.
- **Hematopoyesis fetal**. El hígado forma elementos formes entre la 5ta. semana y el 6to. mes de vida.
- **Almacenamiento**. Además de glucógeno, el hígado almacena vitaminas (A, B12, D, E, K), minerales (hierro y cobre). Los hepatocitos contienen la apoferritina que fija hierro para formar ferritina (depósito de hierro en el hígado).

- **Fagocitosis**. Esta función es realizada por las células de Küpffer, las cuales fagocitan eritrocitos, leucocitos envejecidos y algunas bacterias.

4 LAS VÍAS BILIARES

Se denomina así al conjunto de conductos que transporta bilis desde el hígado hasta la segunda porción del duodeno. De acuerdo a su ubicación por dentro o por fuera del hígado, se le puede dividir en dos porciones:

4.1. VÍAS BILIARES INTRAHEPÁTICAS

Recogen la bilis producida por el hígado y tiene como función transportar la bilis desde el parénquima hepático hasta las vías biliares extrahepáticas. Tenemos primero a los capilares biliares o canalículos que desembocan en los colangiolos formando los conductos de **Herring**, ramas delgadas de los conductos interlobulillares, los cuales forman los conductos biliares que desembocarán en los conductos hepáticos.

4.2. VÍAS BILIARES EXTRAHEPÁTICAS

Son conductos que salen del hígado y se dirigen hacia la segunda porción del duodeno, están formados por:

- **Conductos hepáticos**: Son dos conductos, derecho e izquierdo. Recogen bilis del lóbulo derecho e izquierdo del hígado.
- **Conducto hepático común**: Resulta de la unión de los conductos hepáticos derecho e izquierdo del hígado.
- **Conducto cístico**: Comunica la vesícula biliar con el conducto hepático común.
- **Colédoco**: Es el conducto biliar principal. Se originan por la unión del conducto hepático común y el conducto cístico. Se dirige hacia el duodeno y desemboca, junto con el conducto pancreático, en un área denominada ampolla de Vater, que se comunica con la segunda porción del duodeno.

5 LA VESÍCULA BILIAR

Es un saco en forma de pera de aproximadamente 7 - 10 cm de longitud, que se encuentra adosada en la cara posteroinferior del hígado. Posee una capacidad de 20 - 60 ml y presenta tres porciones: el **fondo**, redondeado; el **cuerpo cilíndrico**, que luego disminuye de tamaño formando el **cuello**, flexuoso y en forma de "S" itálica.

5.1. ESTRUCTURA HISTOLÓGICA

La pared de la vesícula biliar está formada de adentro hacia afuera por las siguientes capas histológicas:

- **Mucosa**: Formada por epitelio cilíndrico simple, en la cual alguna de sus células presentan microvellosidades y se dispone en forma de pliegues semejantes a los pliegues gástricos. Además, presenta lámina propia de tejido conectivo laxo. Carece de submucosa.
- **Muscular**: Es delgada y está constituida por tejido muscular liso, cuyas fibras están dispuestas tanto oblicua como longitudinalmente de manera irregular.
- **Adventicia o serosa**: Constituye la capa externa. La adventicia envuelve a la capa muscular en la zona en que la vesícula se adhiere al hígado; en cambio, la serosa cubre la parte libre de la vesícula biliar y está formada por peritoneo visceral.

5.2. FUNCIÓN DE LA VESÍCULA BILIAR

- Almacenamiento y concentración de la bilis (hasta 10 veces). Normalmente la vesícula biliar puede almacenar de 20 - 60 ml de bilis. Sin embargo, puede almacenarse toda la bilis secretada durante 12 horas (aproximadamente 450 ml), gracias a la gran capacidad absortiva de agua y electrolitos.
- Reabsorción de agua y electrolitos. El agua pasa desde el citoplasma y la luz biliar hacia el espacio intercelular por gradiente osmótico. Los electrolitos como Na^+, Cl^- y HCO_3^- son transportados activamente.
- Liberación de bilis concentrada. Se evacúa la bilis gracias a la contracción de la musculatura lisa de sus paredes en respuesta a la estimulación de la hormona colecistocinina liberada ante la presencia de quimo en el duodeno.

5.3. REGULACIÓN DE LA SECRECIÓN BILIAR

La secreción biliar esta regulada por factores nerviosos y hormonales. Una estimulación VAGAL (parasimpática) al hígado, puede aumentar la producción de bilis.

De la misma forma, la secretina y la colecistocinina (CCC) intervienen en la secreción biliar. Así, la secretina estimula la secreción por parte de los hepatocitos de una bilis rica en iones bicarbonato (HCO_3^-), mientras que la segunda hormona estimula la contracción de las paredes de la vesícula biliar vaciando la bilis hacia el conducto colédoco. Además, la CCC relaja el esfínter de ODDI permitiendo así el paso de la bilis al duodeno.

Asimismo, un aumento del flujo sanguíneo hepático, así como la presencia de grandes cantidades de sales biliares en la sangre, aumentan la producción biliar.

FISIOLOGÍA DIGESTIVA

Luego que el alimento ingresa al tubo digestivo, sufre la acción de una serie de enzimas digestivas las cuales degradan a los alimentos y los transforman en moléculas simples, capaces de ser absorbidas por el intestino delgado.

1 DIGESTIÓN EN LA BOCA

1.1. DIGESTIÓN MECÁNICA

A través de la masticación, la lengua desplaza el alimento, los dientes lo trituran y el alimento se mezcla con la saliva, formándose una masa blanda y flexible que se deglute fácilmente y que recibe el nombre de bolo alimenticio.

1.2. DIGESTIÓN QUÍMICA

A través de enzimas digestivas presentes en la saliva:

- **La enzima amilasa salival inicia la degradación del almidón**. El almidón es un polisacárido y la función de la amilasa salival es romper ciertos enlaces químicos entre las unidades de glucosa del almidón. Esta actividad reduce las largas cadenas de polisacáridos al disacárido maltosa, el trisacárido maltotriosa y a cortas cadenas de polímeros de glucosa denominados α - dextrinas.
- **Lipasa lingual**. Es secretada por glándulas localizadas en el dorso de la lengua. Esta enzima, que es activa en el estómago, puede digerir hasta un 30% de los triglicéridos de la dieta, transformándolos en ácidos grasos y monoglicéridos.

2 DIGESTIÓN EN EL ESTÓMAGO

2.1. DIGESTIÓN MECÁNICA

Minutos después que el alimento entra en el estómago se producen movimientos suaves, ondulantes y peristálticos denominados ondas de mezclado que recorren el estómago cada 15 a 20 segundos. Estas ondas maceran el alimento, lo mezclan con las secreciones de las glándulas gástricas y lo reducen a un líquido poco denso denominado **quimo**.

2.2. DIGESTIÓN QUÍMICA

La digestión enzimática de las proteínas se inicia en el estómago y en el adulto se realiza principalmente por la enzima pepsina. Además, las diferentes células de la mucosa gástrica secretan sustancias que intervienen en la digestión:

2.2.1. Células principales (cimógenas)

- Secretan pepsinógeno que constituye el precursor de la pepsina.
- Secretan lipasa gástrica que degrada los triglicéridos de cadena corta de las moléculas de grasa presentes en la leche. Tiene función limitada en los adultos.

2.2.2. Células parietales (oxínticas)

- Secretan HCl que transforma el pepsinógeno en pepsina, la cual digiere las proteínas en péptidos. Además, el HCl destruye microbios, desnaturaliza proteínas, inhibe la secreción de gástrina y estimula la secreción de secretina y colecistocinina.
- Secretan el factor intrínseco de castlé que es necesario para la absorción de la vitamina B12, imprescindible para la formación de eritrocitos normales.

2.2.3. Células mucosas

Secretan moco para la formación de una barrera protectora que evita la destrucción de la pared del estómago.

2.2.4. Células G

Secretan gastrina que estimula la secreción de HCl por las células parietales y de pepsinógeno por las células principales. También contrae el esfínter esofágico inferior, aumenta la motilidad gástrica y relaja el esfínter pilórico.

3 DIGESTIÓN EN EL INTESTINO DELGADO

3.1. DIGESTIÓN MECÁNICA

Existen dos tipos de movimientos en el intestino delgado: la segmentación y el peristaltismo.

- **Segmentación**. Es el principal movimiento del intestino delgado y consiste en una contracción localizada en las áreas que contienen alimentos. Mezcla el quimo con los jugos digestivos y pone en contacto las partículas de los alimentos con la mucosa para su absorción. No impulsa el contenido intestinal. Se produce 12-16 veces por minuto, desplazando el quimo hacia adelante y hacia atrás.

- **Peristaltismo**. Son ondas que expulsan el quimo a lo largo de todo el intestino delgado, se producen en cualquier punto y se mueven en dirección anal a una velocidad de 0,5-2 cm/seg y por trechos menores a 10 cm Se necesita de 3-5 horas para que el quimo llegue desde el píloro a la válvula ileocecal.

3.2. DIGESTIÓN QUÍMICA

El quimo que llega al intestino delgado contiene carbohidratos, proteínas y lípidos parcialmente digeridos; su digestión se completa en el intestino delgado por acción conjunta de los jugos pancreático, intestinal y la bilis.

3.2.1. Digestión de carbohidratos

- Amilasa pancreática: Enzima del jugo pancreático que actúa sobre el glucógeno y el almidón convirtiéndolo en maltosa, maltotriosa y –dextrinas. No actúa sobre la celulosa (polisacárido), la cual es una fibra vegetal indigerible.
- α–dextrinasa: Enzima de células con borde en cepillo y actúa sobre las –dextrinas, dividiéndolas en una unidad de glucosa cada vez.
- Maltasa: Enzima del borde en cepillo, divide la maltosa y maltotriosa en 2 ó 3 moléculas de glucosa respectivamente.
- Sacarasa: Enzima del borde en cepillo que divide la sacarosa en una molécula de glucosa y una molécula de fructosa.
- Lactasa: Enzima del borde en cepillo, digiere la lactosa en una molécula de glucosa y una molécula de galactosa.

3.2.2. Digestión de proteínas

Enzimas del jugo pancreático

- Tripsina y quimiotripsina: Transforman proteínas en péptidos.
- Carboxipeptidasa: Actúa rompiendo el enlace peptídico que une el aminoácido terminal al extremo carboxilo (ácido) del péptido. Convierte las proteínas en péptidos y aminoácidos.

Enzimas del borde en cepillo (Peptidasas)

- Aminopeptidasa: Rompe el enlace peptídico que une el aminoácido terminal al extremo amino del péptido. Forma péptidos y aminoácidos.
- Dipeptidasa: Convierte los dipéptidos en aminoácidos libres que pueden ser absorbidos.

3.2.3. Digestión de lípidos

La mayor parte de la digestión de lípidos tiene lugar en el intestino delgado, aunque parte se produce en el estómago por acción de la lipasa lingual.

- Sales biliares: Actuán sobre el quimo rompiendo los glóbulos de triglicéridos en gotitas de 1 µm de diámetro. Este proceso recibe el nombre de emulsión o emulsificación.
- Lipasa pancreática: Esta enzima puede hidrolizar una cantidad mayor de triglicéridos en ácidos grasos y monoglicéridos, que son los productos finales de la digestión de triglicéridos. Las lipasas separan del glicerol dos de los tres ácidos gasos; el tercero permanece unido al glicerol formando un monoglicérido.

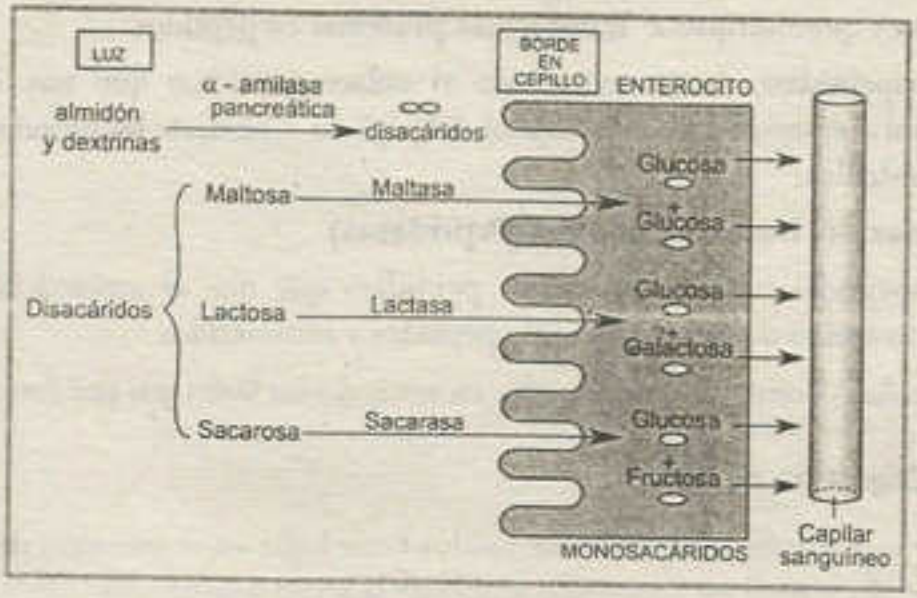
3.2.4. Digestión de los ácidos nucleicos

- Ribonucleasa y desoxirribonucleasa: Enzimas del jugo pancreático que digieren ARN y ADN, liberando nucleótidos.
- Nucleotidasas y fosfatasas: Enzimas del borde en cepillo actúa sobre los nucleótidos dirigiéndolos en pentosas, fosfatos y bases nitrogenadas, las cuales son absorbidas por transporte activo.

Digestión química

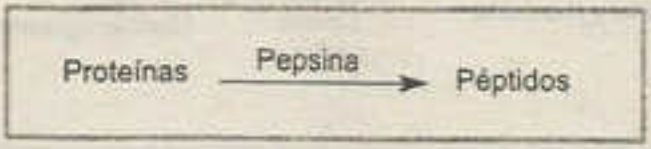
1. **Digestión de los Carbohidratos**. Se inicia en la boca mediante la enzima ptialina y termina en el intestino delgado mediante las enzimas disacaridasas presentes en el jugo intestinal (borde en cepillo)
   - Boca

   - Intestino delgado

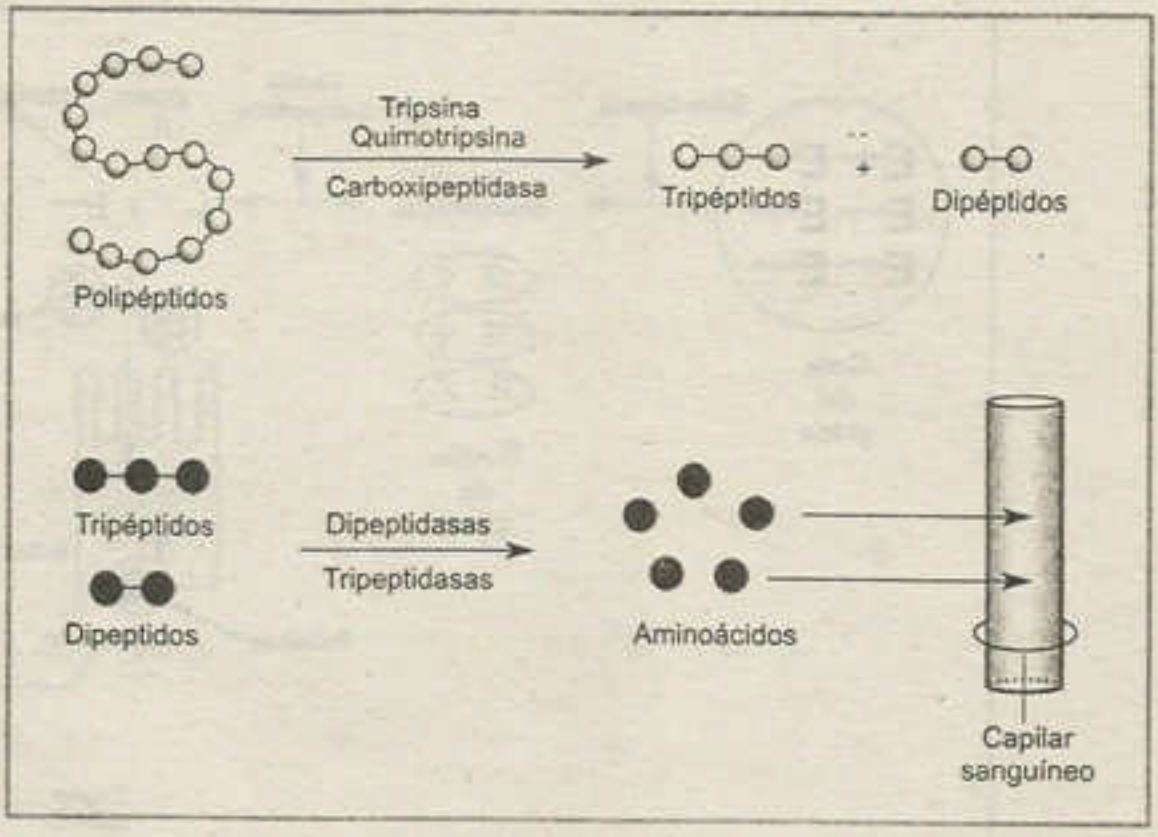


2. **Digestión de las proteínas**. Se inicia en el estómago mediante la pepsina y termina en el intestino mediante las enzimas provenientes del jugo pancreático y aquellas presentes en el borde en cepillo (peptidasas).

   - Estómago

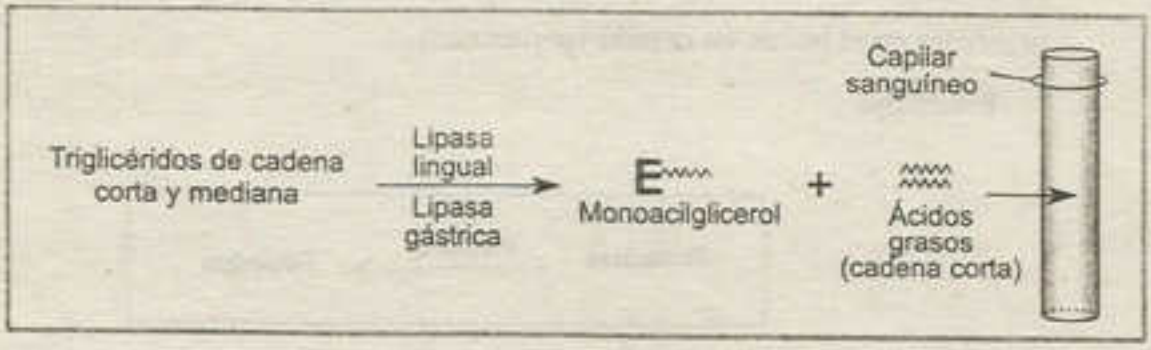


   - Intestino delgado

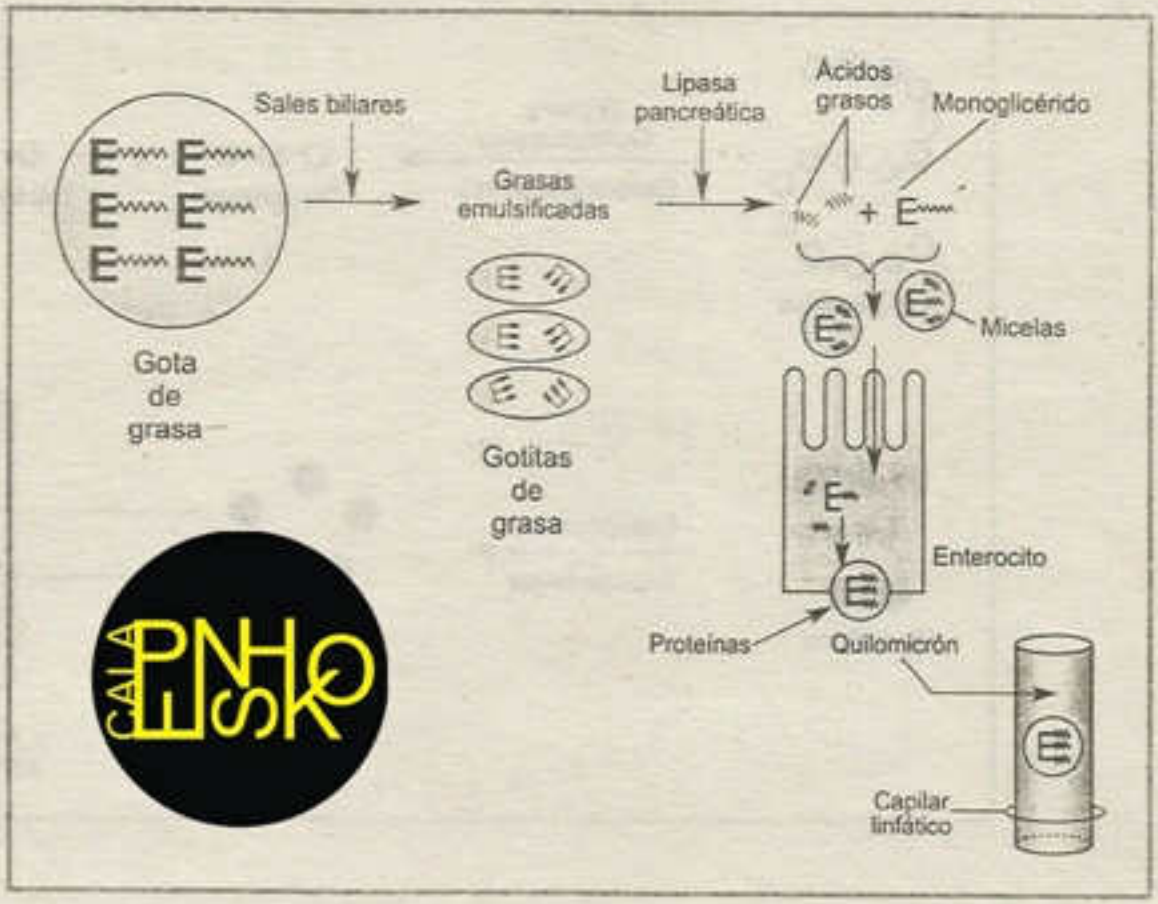


3. **Digestión de los lípidos**. Se inicia en el estómago mediante la lipasa lingual y termina por la acción de las sales biliares y lipasa pancreática en el intestino delgado que es el lugar más importante de la digestión lipídica.

- Estómago



- Intestino delgado



4 Fisiología de la absorción

El paso de nutrientes digeridos desde el tracto gastrointestinal hasta la sangre o la linfa recibe el nombre de absorción. Aproximadamente, el 90% de toda la absorción de nutrientes tiene lugar en el intestino delgado. El 10% restante se realiza en el estómago y en el intestino grueso.

4.1. ABSORCIÓN DE CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos se absorben como monosacáridos atravezando la superficie apical por difusión facilitada o transporte activo hacia la célula epitelial. De ahí, pasa a los capilares por difusión facilitada.

MONOSACÁRIDO	MECANISMO DE TRANSPORTE	OBSERVACIONES
Fructosa	Difusión facilitada	Presente en las frutas
Glucosa	Transporte activo secundario (acoplado al transporte de Na^+)	Glucosa y galactosa compiten para unirse al mismo transportador.
Galactosa	Transporte activo secundario (acoplado al transporte de Na^+)	

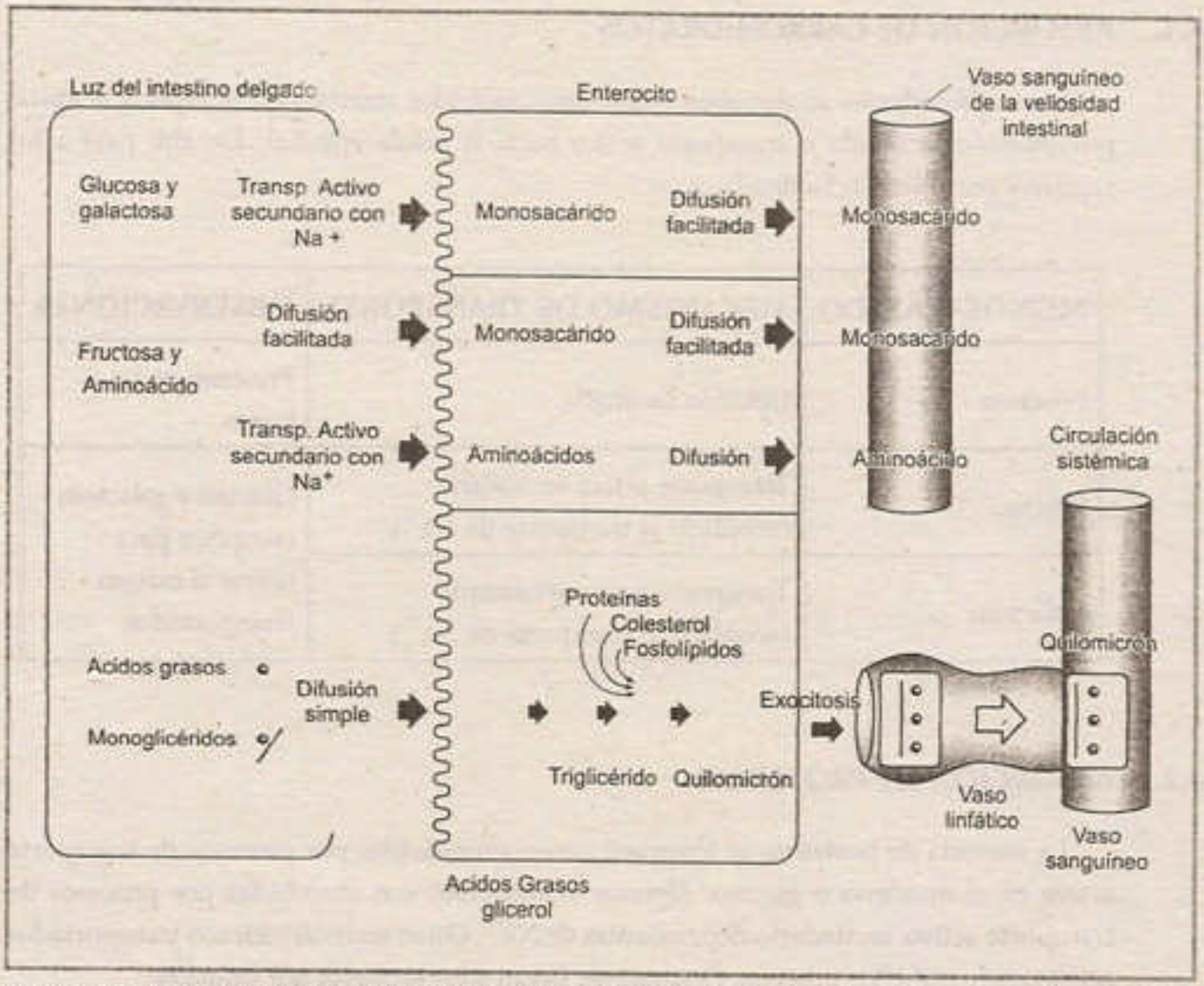
4.2. ABSORCIÓN DE PROTEÍNAS

La mayoría de proteínas se absorben como aminoácidos por procesos de transporte activo en el duodeno o yeyuno. Algunos aminoácidos son absorbidos por procesos de transporte activo secundario dependientes de Na^+. Otros aminoácidos son transportados activamente por ellos mismos. Finalmente, llegan a los capilares por difusión.

4.3. ABSORCIÓN DE LÍPIDOS[4]

Los lípidos se absorben como monoglicéridos y ácidos grasos por procesos de difusión simple. Las sales biliares separan monoglicéridos y ácidos grasos rodeándolo (micelas) y haciéndolos solubles al líquido intestinal y, de esta forma, pasan hacia las células epiteliales de las vellosidades. En el interior de las células epiteliales, los monoglicéridos son digeridos a glicerol y ácidos grasos. Posteriormente, vuelven a unirse para formar triglicéridos y se unen con fosfolípidos y colesterol, recubiertas por proteínas, en masas esféricas llamadas quilomicrones. Los quilomicrones salen de la célula por exocitosis y entran al vaso quilífero de la vellosidad. De ahí, son transportados hacia los vasos linfáticos y, posteriormente, a la sangre.

[4] "La absorción intestinal de los lípidos es un proceso muy eficaz. Más del 95% de los mismos se recuperan a nivel duodenal, y sólo una pequeña cantidad se pierde cada día a través de las heces. Cuando la absorción y digestión de los lípidos se reduce, bien sea por alteraciones pancreáticas o biliares o por anomalías intestinales, se produce un incremento de la eliminación de los lípidos en las heces, dando lugar a la aparición de esteatorrea". *Compendio de fisiología*. Córdova, A. Pag. 551



Absorción de nutrientes en el intestino delgado: Obsérvese la forma de transporte de los diversos nutrientes entre la luz intestinal y el enterocito, y entre el enterocito y los vasos sanguíneos o linfáticos.

4.4. ABSORCIÓN DE AGUA

El volumen de líquido que entra al intestino delgado es de 9 litros (2 litros por ingestión y 7 litros de diversas secreciones). Se absorbe por ósmosis en el intestino delgado cerca de 8 litros; en el intestino grueso 0,9 litros y se excreta en heces 0,1 litros al día. La absorción de agua en el intestino delgado depende de la absorción de electrolitos y nutrientes para mantener un equilibrio osmótico con la sangre.

4.5. ABSORCIÓN DE ELECTROLITOS

- Los iones Na^+ entran a las células epiteliales por difusión y transporte activo secundario. De ahí, son transportados activamente fuera de la célula por medio de bombas de sodio (Na^+/K^+ ATP asa).

- Los iones cloruro, yoduro y nitrato pueden absorberse pasivamente junto con los iones Na^+ o ser transportados activamente.
- Los iones calcio se absorben de manera activa y su movimiento depende de la hormona paratiroidea (PTH) y de la vitamina D.
- El hierro, potasio, magnesio y fosfato se absorben por transporte activo.

4.6. ABSORCIÓN DE VITAMINAS

- Las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) se absorben junto con los triglicéridos en los micelas.
- Las vitaminas hidrosolubles (B y C) se absorben por difusión, con excepción de la vitamina B12 que se une al factor intrínseco producido por el estómago y se absorbe por transporte activo.

5 DIGESTIÓN EN EL INTESTINO GRUESO

5.1. DIGESTIÓN MECÁNICA

El esfínter ileocecal (límite entre intestino delgado y grueso) regula el paso del quimo desde el íleon hasta el ciego. Después de una comida se produce el reflejo gastroileal que intensifica el peristaltismo y propulsa el quimo del íleon al ciego; la hormona gastrina relaja el esfínter. Luego, se inician movimientos en el colon que pueden ser:

- Mezclado haustral: Las haustras se relajan mientras se llenan y, una vez llenos, se contraen para expulsar el contenido a la siguiente haustra.
- Peristaltismo a velocidades de 3 - 12 contracciones/minuto.
- Peristaltismo en masa: Una potente onda desplaza el contenido del colon transverso al recto. La presencia de alimento en el estómago inicia este reflejo gastrocólico. Sucede 3 - 4 veces/día durante o después de la comida.

5.2. DIGESTIÓN QUÍMICA

Las glándulas del intestino grueso secretan moco, pero no enzimas. Las bacterias que viven en la luz preparan el quimo para su eliminación:

- Fermentan los hidratos de carbono restantes y liberan H^+, CO_2 y gas metano.

- Transforman las proteínas restantes en aminoácidos y luego en elementos más simples como indol, escatol, sulfuro de hidrógeno y ácidos grasos; una parte de ella es eliminada por heces y otra parte es absorbida y llevada al hígado, donde es transformada en compuestos menos tóxicos y eliminada en la orina.
- Descomponen la bilirrubina en urobilinógeno y estercobilinógeno que le da el color marrón a las heces.
- Producen vitaminas B y K que son absorbidas en el intestino grueso, en el cual se forman las heces semisólidas, producto de la absorción de agua. Las heces están formadas por agua, sales inorgánicas, células epiteliales descamadas de la mucosa del tracto gastrointestinal, bacterias, productos de descomposición bacteriana y partes no digeridas de alimentos.

6 Fisiología de la defecación

La distensión de la pared rectal estimula los receptores de distensión, iniciándose el reflejo de la defecación[5], el vaciado del recto. El mecanismo es el siguiente: el reflejo de defecación envía impulsos nerviosos a la médula sacra, que origina impulsos motores que por nervios parasimpáticos llegan al colon descendente, colon sigmoide, recto y ano. Las fibras musculares rectales longitudinales se contraen y acortan el recto. Todos estos eventos, unidos a contracciones voluntarias del diafragma, abren el esfínter interno del ano, y si a ello se une la relajación voluntaria del esfínter externo, se produce la defecación.

[5] "Con frecuencia las lesiones de la médula espinal bloquean o alteran el reflejo medular de la defecación. Por ejemplo, la destrucción por compresión del cono medular destruye los segmentos sacros de la médula donde tiene lugar la integración del reflejo y, por tanto, conlleva casi siempre a la parálisis de la defecación". *Tratado de fisiología médica*. Guyton, A. Pág. 921

Lectura 1

Giardiasis

La giardiasis es una parasitosis que se presenta con alta frecuencia en países como el nuestro. Por esta razón, y porque aún no se ha explicado totalmente su acción patógena, creo que vale la pena exponer algunos conocimientos existentes sobre el tema, y abrir la posibilidad de futuras investigaciones.

El parásito

La *Giargia lamblia*, que fue observada por primera vez por Leeuwenhoek en 1681 y estudiada en detalle por Lambl en 1859, es un protozoo flagelado que pertenece a la superclase Mastigophora.

Los trofozoitos tienen forma de pera con la parte más afiliada en posición posterior. Sus dimensiones son 15 µm de longitud, 9 µm de ancho y 3 µm de espesor. La superficie dorsal es convexa; y la ventral, que es aplanada, tiene un disco de succión por el cual el parásito se adhiere firmemente a la mucosa duodenal y yeyunal. El trofozoito posee, además, dos núcleos, un cuerpo parabasal situado centralmente, y cuatro pares de flagelos. Su multiplicación ocurre por fisión binaria longitudinal. Su enquistamiento ocurre en el lumen intestinal, y los quistes son ya maduros cuando aparecen en las heces. Los quistes son ovoides, miden 8 a 14 µm de longitud y 5 a 10 µm de ancho, y poseen cuatro núcleos.

Cuando hay aceleración del tránsito intestinal, trofozoitos móviles aparecen en las heces. En ausencia de desecación excesiva y extremos de temperatura, los quistes pueden sobrevivir en el medio ambiente durante varias semanas.

Epidemiología

La giardiasis es una parasitosis cosmopolita, siendo su prevalencia alta en lugares tropicales y con pobres condiciones de higiene. Aun en países desarrollados y de clima templado, con bajos índices generales de la parasitosis, se encuentran prevalencias mayores en grupos familiares e instituciones infantiles, v.g., guarderías, lo cual sugiere transmisión directa. Efectivamente, según se ha demostrado, infección y reinfección continua ocurren por vía fecal-oral.

Con cierta frecuencia hemos comprobado que, cuando un paciente continua presentando giardiasis a pesar del tratamiento, el problema puede no deberse a resistencia del parásito a los medicamentos empleados sino, mas bien, a reinfección en el ambiente familiar. En tales casos, sugerimos investigar la existencia de la parasitosis en todas las personas que comparten el mismo ambiente y tratar a las que resulten positivas.

Patogenia

En secciones histológicas de mucosa intestinal colonizada por *Giardia lamblia*, se ven los trofozoitos del parásito adhiriéndose por su superficie ventral al epitelio de las vellosidades y criptas. En algunos pacientes se ha observado invasión de la mucosa, pero esto no parece ser la regla.

Sujetos parasitados asintomáticos no tienen anormalidades en la mucosa. Por el contrario, en sujetos sintomáticos que presentan especialmente diarrea y malabsorción, se ha encontrado atrofia parcial leve o severa de las vellosidades intestinales e infiltración difusa de la túnica propia por linfocitos, células plasmáticas y leucocitos polimorfonucleares. Las criptas pueden estar alargadas y mostrar múltiples mitosis, y el epitelio de las vellosidades puede aparecer cuboidal y con infiltración linfocítica extensa.

El parásito es ocasionalmente hallado en la vesícula biliar de pacientes colecistectomizados por litiasis, pero no parecer ser un factor determinante de este problema.

En 1966, observamos que, al tratar, a pacientes con giardiasis y diarrea suministrándole pequeñas dosis de oxitetraciclina, la diarrea cesó a pesar de continuar la parasitosis. También observamos que, al tratar, igualmente con pequeñas dosis de oxitetraciclina, a pacientes que habían presentado giardiasis y diarrea y en quienes la diarrea persistió no obstante haberse erradicado satisfactoriamente la giardiasis empleando el colorante derivado de la acridina (Acranil), el problema intestinal desapareció rápidamente por acción del antibiótico. En vista de estas observaciones postulamos que probablemente los parásitos producen diarrea y malabsorción actuando en asociación con bacterias en el intestino delgado (sobrecrecimiento bacteriano del intestino delgado). Esta idea fue apoyada casi de inmediato por Whalen y Rosenberg, y más tarde postulada de nuevo, al parecer independientemente, por otros autores.

La posibilidad de asociación de *Giardia lamblia* con enterobacterias para producir su acción patógena debería, sin embargo, ser considerada y estudiada más profundamente.

Cuadro clínico

La parasitosis por *Giardia lamblia* no necesariamente da lugar a sintomatología. Cuando da lugar a ella, los síntomas pueden ser diversos.

Algunos pacientes presentan molestias dispépticas: sensación de llenura epigástrica, vinagreras o regurgitaciones, náuseas y vómitos, o dolor epigástrico postprandial. Otros presentan meteorismo, dolor abdominal de origen intestinal, o diarrea. La giardiasis es uno de los importantes factores determinantes de dolor abdominal recurrente en el niño. Pacientes severamente afectados pueden presentar malabsorción. Malabsorción de lactosa secundaria reversible puede aparecer en niños.

Diagnóstico

La giardiasis es detectada habitualmente mediante el examen microscópico de las heces, ya sea empleando el método directo o, mejor, el método de concentración de Faust. Es mejor, también, examinar por lo menos dos muestras de heces obtenidas en días diferentes.

Una forma infrecuente pero eficaz de investigar presencia de Giardia lamblia es buscándola con el microscopio en contenido intestinal obtenido mediante el método de la cuerda encapsulada o Enterotest. Igualmente, puede buscársele mediante el examen de especímenes de biopsia yeyunal.

Finalmente, usando quistes de *Giardia lamblia* como antígeno, se han detectado anticuerpos séricos por inmunofluorescencia en cerca del 90% de casos de giardiasis sintomática.

Tratamiento

Los medicamentos más comúnmente empleados para tratar la giardiasis son: 1) Metronidazol, 500 mg antes del d/a/c, durante 5 días. 2) Trinidazol, 2 g antes del desayuno, durante 2 días. 3) Secnidazol, 2 g antes del desayuno, durante 2 días. 4) Nitazoxanida, 500 mg antes d/c, durante 6 días. Finalmente, 5) Furazolidona, 100 mg antes del d/a/c, durante 5 días (aunque se dice que la nitazoxanida no tiene efecto disulfiram, es mejor proscribir la ingestión de alcohol cuando se suministra cualquiera de estos medicamentos).

En casos de aparente resistencia del parásito a algunos de los medicamentos mencionados, puede dar buen resultado la combinación de dos de ellos, p. ej.: furazolidona, 100 mg antes de d/a/c, durante 5 días, a lo cual se adiciona tinidazol, 2 g antes del desayuno, los días primero y quinto del tratamiento (León-Barúa, R. Observación no publicada).

Fuente: *Diagnóstico*. Vol. 39 N° 3. mayo-junio 2000

Lectura 2

Alimentación complementaria: Experiencia en el Perú

El tema de la nutrición debe ser considerado prioritario en el país por el número elevado de personas que se ven afectadas, muchas de las cuales llegan a formas severas de malnutrición que ponen en riesgo sus vidas, y por su estrecha relación, con la capacidad física e intelectual.

La malnutrición crónica, que es la más frecuente en el país, está estrechamente relacionada a la pobreza, y produce en los niños un incremento del riesgo de muerte entre el 25% a 30%, de acuerdo a los resultados de diversos estudios realizados en el Asia y África, y una reducción en la actividad física del niño, limitando sus posibilidades de aprendizaje y estimulación, con consecuencias negativas, en su desarrollo físico y mental.

Está ampliamente demostrado que los niños mal alimentados no tienen buen rendimiento escolar. En el país, de acuerdo al último censo de talla escolar, casi la mitad (48%) de los niños del primer año de primaria padecen de malnutrición crónica; este porcentaje llega a casi el 90% en algunas zonas rurales de la sierra. Este daño, que se inició aproximadamente a los seis meses de edad, determina que, el 35% de los niños que cursan el primer grado de primaria, repitan el año escolar. En las zonas rurales de la sierra, este porcentaje llega al 50%. El alto índice de repitencia se debe, entre otras causas, al daño producido por la malnutrición crónica. Situación que ocasiona que muchos de los niños sean retirados finalmente de la escuela y marginados de recibir una educación.

Las estrategias a corto plazo deben estar orientadas a prevenir el daño nutricional sobre el potencial de los niños menores, a mejorar la capacidad física e intelectual de los niños de edad escolar y mejorar la capacidad del embarazo y lactancia de mujeres de edad fértil.

Durante este período de tiempo, en que se llevan a cabo programas de suplementación alimentaria, se debe avanzar de manera paralela en diseñar acciones de mediano plazo para incrementar la producción nacional de alimentos, buscar las mejores posibilidades de combinación de alimentos locales y diseñar una metodología para proveer las vitaminas y minerales necesarios, en caso de no encontrar fuentes naturales ricas en ellos en determinadas zonas del país. Esta estrategia debe ir acompañada de programas intensivos de educación nutricional, para capacitar a la población sobre el mejor uso de los recursos regionales, mejorar las costumbres existentes en relación a la alimentación de los niños. En un porcentaje elevado de hogares, las causas de malnutrición son las malas prácticas de alimentación y no la falta de alimentos en el hogar.

Desde el año 1993 hasta 1996, el Instituto de Investigación Nutricional (IIN) desarrolló un Programa de Desayunos Escolares para atender a poblaciones rurales de la sierra del país.

En 1997, como resultado de la efectividad del programa anterior, inició un programa de suplementación alimentaria para niños menores de tres años en el departamento de Ancash.

Mecanismo Operativo

Para dar inicio a los programas, se eligieron zonas del país con elevados índices de malnutrición y pobreza: Cajamarca, Huancayo, Huancavelica, Ayacucho y Huaraz en el Programa de Desayunos Escolares, y el departamento de Ancash para el de Preescolares.

Los niños del Proyecto de Desayunos Escolares, lograron sobrepasar los requerimientos de todos los nutrientes evaluados. En los niños pertenecientes al grupo control, que no recibieron los desayunos, la ingesta de los nutrientes fue deficitaria al inicio y final de la evaluación.

La evaluación del estado nutricional de los niños que participaron en el Programa de Desayunos Escolares mostró que, después de 8 meses de intervención, se produjo una ganancia moderada de peso y una ganancia significativa de talla. En los niños del grupo control (que no recibieron desayuno) se observó una ganancia de peso insuficiente durante el período de evaluación, y ganancia significativa de talla.

El Proyecto encontró que en la ciudad de Huancayo el 67% de los niños evaluados al inicio del Programa, presentaban anemia. En la ciudad de Cajamarca, este porcentaje fue de 33%. Después de 6 meses de intervención, se logró corregir la anemia inicial en el 82% de los niños de Huancayo y 87% en Cajamarca.

El Programa de Alimentación Suplementaria para niños menores de tres años se encuentra en la etapa final de evaluación. Los resultados de la evaluación inicial y seguimiento del mismo muestra que el 46% de los niños padecen de malnutrición crónica, el 96% de las madres expresan saber preparar el alimento y el 73% lo prepara correctamente bajo observación.

Fuente: *Diagnóstico*. Vol. 36, N° 06, noviembre - diciembre 1997

twitter.com/calapenshko

CAPÍTULO

X

Sistema urinario

Si los riñones están tan afectados por enfermedad o lesión, de tal modo que no son capaces de excretar productos de desechos ni de regular el pH ni la concentración de electrólitos y agua del plasma, la sangre debe ser depurada por un dispositivo artificial. Esta depuración sanguínea recibe el nombre de Hemodiálisis (fotografía revista -Essalud).

Anatomía

CAPÍTULO

X

Sistema urinario

SISTEMA URINARIO

Capítulo X

Objetivos

- *Conocer la anatomía externa e interna de los riñones*
- *Conocer la estructura y la fisiología de las vías urinarias*
- *Identificar las fases de la formación de la orina*
- *Comprender el papel renal en la regulación de la presión arterial*

Introducción

Al cuerpo humano se suele comparar con una máquina perfecta, que busca siempre estar en equilibrio, y de este modo funcionar eficientemente. Por ejemplo, durante la actividad metabólica de la célula, además de generar energía y otras sustancias de utilidad, se generan diversas sustancias de desecho o tóxicos, gracias al sistema urinario y a través de la orina se elimina estas sustancias tóxicas al exterior.

El sistema urinario, se compone de dos riñones y las vías urinarias. En los riñones existen muchos filtros, que permiten purificar la sangre y formar de este modo la orina.

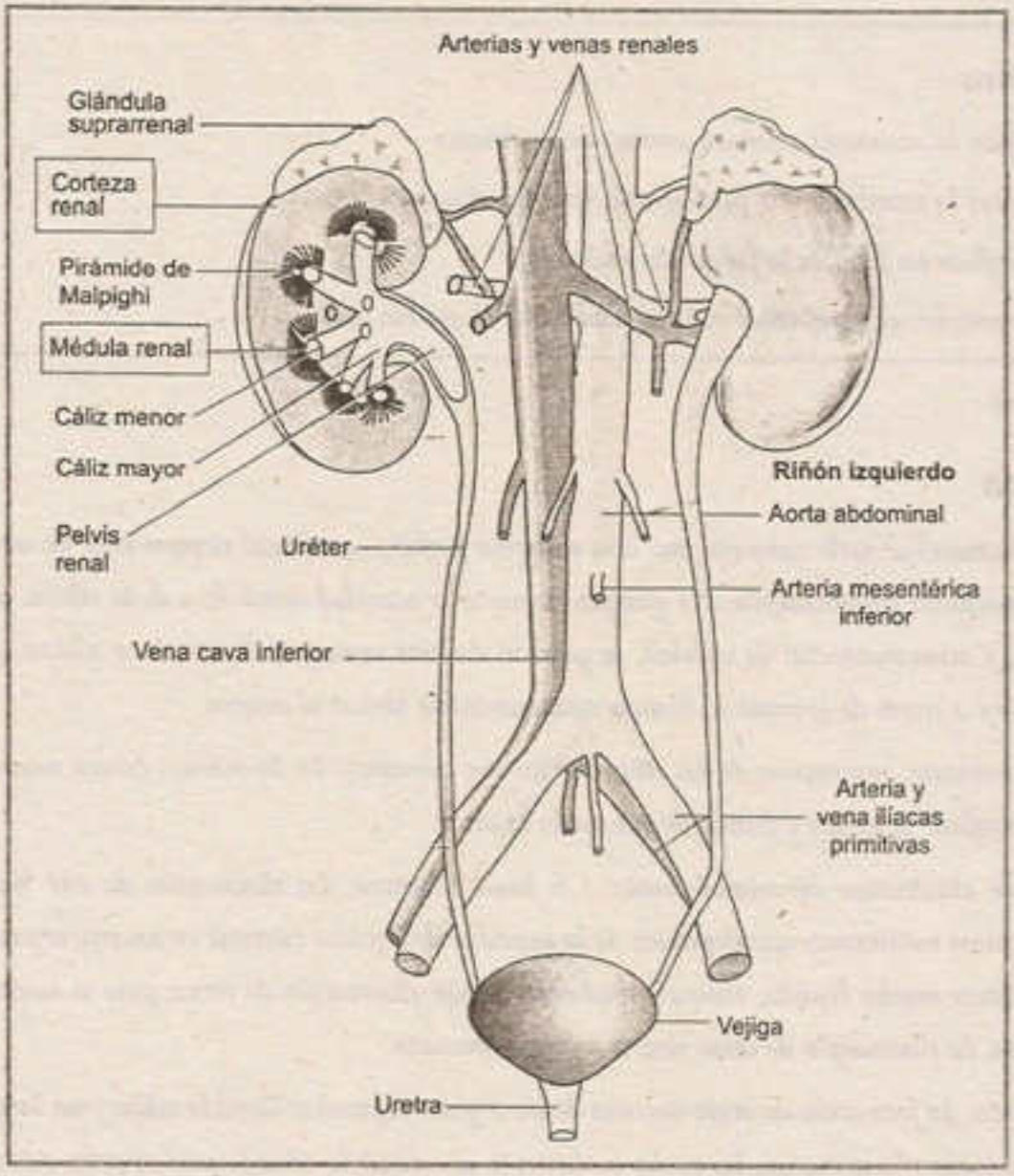
Diariamente eliminamos aproximadamente 1,5 litros de orina. La eliminación de este líquido está controlado por otros mecanismos que dependen de la cantidad de líquidos existente en nuestro organismo. Por ejemplo, si tenemos mucho líquido, entonces tendremos mayor eliminación de orina; pero si nuestro cuerpo carece de líquido, la eliminación de orina será lo mínimo necesario.

En conclusión, la formación de orina necesita de un órgano depurador llamado riñón y un largo sistema de conductos llamado vías urinarias, las cuales transportan al exterior la orina formada por los riñones.

LOS RIÑONES

Los riñones se encuentran localizados en la región posterior y superior del abdomen, a cada lado de la columna vertebral entre D_{12} y L_3. Son órganos retroperitoneales, es decir, se encuentran por detrás del peritoneo. La posición y volumen del hígado desplaza al riñón derecho un poco más abajo que el riñón izquierdo. Ambos riñones son semejantes, pero debido a sus situaciones toracoabdominal, paravertebral y retroperitoneal les confiere relaciones diferentes a la derecha y a la izquierda.

Los riñones se encargan de formar la orina y regular la composición química del medio interno, manteniendo de este modo la homeostasis.



Estructura general del Sistema urinario

1 MORFOLOGÍA EXTERNA

Cada riñón mide aproximadamente 12 cm de largo, 6 cm de ancho y 3 cm de grosor en el adulto. Pesa 170 g, aproximadamente. El volumen de los dos riñones es sensiblemente igual, sin embargo, el riñón izquierdo es algo más voluminoso que el derecho. Sus bordes externos son convexos y sus bordes internos son cóncavos. En cuanto a su forma, el riñón tiene la forma de un haba, es de consistencia firme y su coloración es rojo violácea.

Se describen dos caras, dos bordes y dos extremidades (polos).

- **Caras**: La cara anterior es lisa, algo abollonada; la cara posterior es casi plana.
- **Bordes**: El borde externo (lateral) es convexo; su borde interno (medial) es cóncavo, y se encuentra interrumpido en su parte media por una escotadura llamada **hilio renal**. El hilio renal es atravezado por el **pedículo renal**, el cual comprende a la vía excretora más elementos vasculonerviosos, es decir, está constituido por pelvis renal, arteria y vena renal, nervios y vasos linfáticos.
- **Extremidades o polos**: El polo superior es ancho y redondeado, algo inclinado medialmente, sobre él se localizan las glándulas suprarrenales; el polo inferior es libre, más alargado y más vertical.

Cada riñón está envuelto por tres capas de tejido: la más interna, la **cápsula renal** es una membrana fibrosa transparente y lisa que se puede separar con facilidad del riñón; la segunda capa, la **cápsula adiposa**, es una capa de tejido adiposo que rodea a la cápsula renal, protege al riñón y lo mantiene adherido a la cavidad abdominal; la capa externa, la **fascia renal**, es una capa de tejido conectivo fibroso que une al riñón con las estructuras vecinas y con la pared abdominal.

2 MORFOLOGÍA INTERNA

En un corte frontal el riñón presenta una zona externa llamada **corteza** y una región más interna llamada **médula**.

2.1. CORTEZA

Es la región externa, de color rojo pálido y de aspecto granuloso debido a la presencia de los corpúsculos renales o de **Malpighi**. La corteza envía prolongaciones a la médula, estas son llamadas columnas renales o de **Bertin**.

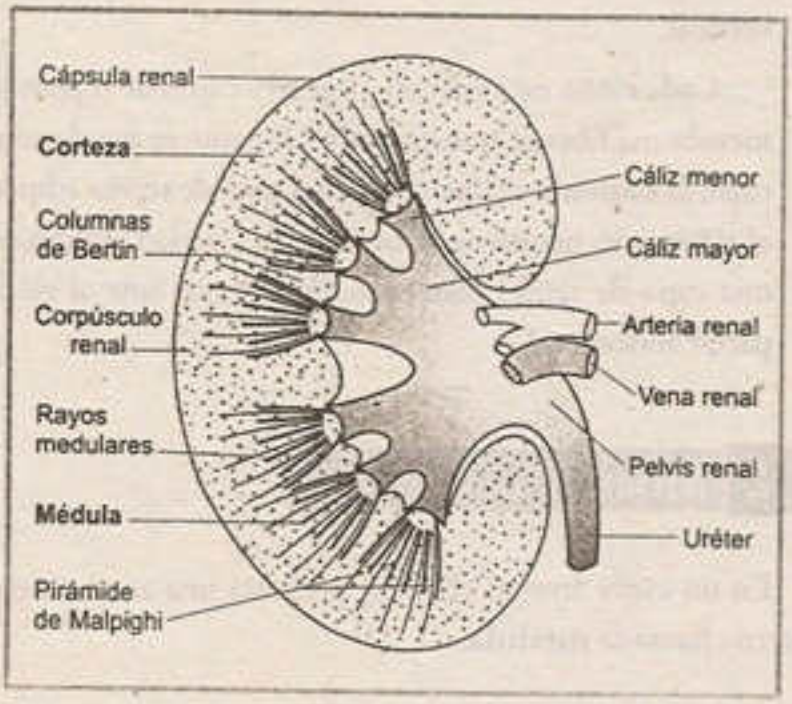
Los corpúsculos renales son estructuras esféricas, apenas visibles a simple vista; representan el segmento inicial de la nefrona y contienen una singular red capilar, llamada glomérulo. Al examinar el corte transversal de la corteza, perpendicular a la superficie renal, se aprecia los rayos medulares (de Ferrein) que mórfológicamente son estriaciones verticales que parecen emanar de la médula. Cada rayo medular contiene tubos colectores corticales y asa de Henle.

2.2. MÉDULA

Es la región interna, oscura y estriada debido a la presencia de las pirámides renales o de **Malpighi**, cuyo número es de 10 a 18. Se caracteriza por la presencia de túbulos rectos, tubos colectores y una red capilar especializada llamada **vasos rectos**.

Las pirámides renales representan un conjunto de túbulos medulares y que forman cierta cantidad de estructuras cónicas. Las bases de las pirámides se orientan a la corteza, los vértices (ápices) apuntan hacia el seno renal, denominándose papilas renales. Las estriaciones piramidales se proyectan en la corteza formando los rayos medulares, en número de 400 - 500.

Cada pirámide renal, con la zona de corteza suprayacente, constituye un lóbulo renal; esta estructura no está bien delimitada en el hombre. La cantidad de lóbulos renales equivale a la cantidad de pirámides medulares. En el riñón fetal, en desarrollo, se identifica la organización en lóbulos renales, pero que suelen desaparecer después del nacimiento. Cada lóbulo está formado por un tubo colector y todas las nefronas que drena; a su vez, cada lóbulo se subdivide en lobulillos, el mismo que se compone de un rayo medular central y el material cortical que lo rodea.



Corte coronal (frontal) del riñón derecho en el que se observa dos partes fundamentales, corteza y médula renal. Este último formado por la pirámide de Malpighi que va a desembocar en el cáliz menor, iniciándose así la vía urinaria.

El seno renal es una cavidad localizada en la parte media del borde interno del riñón, cuya entrada es el hilio y contiene elementos musculares linfáticos, nerviosos y el sistema pielo-calicial[1].

3 HISTOLOGÍA

3.1. HISTOLOGÍA

3.1.1. Nefrón o nefrona

Es la unidad anatómica y funcional de los riñones, en donde se forma la orina; tiene una forma tubular y una longitud de 50 - 55 mm. Cada riñón posee, aproximadamente, 1'200,00 nefronas.

Posee las siguientes partes:

A. Corpúsculo renal o de Malpighi

Está constituido por el **glomérulo renal** y la **cápsula de Bowman**. El glomérulo renal está formado por un ovillo de capilares sanguíneos de tipo fenestrado. A él llega la arteriola aferente y sale la arteriola eferente. Entre ellos encontramos a la cápsula de **Bowman** que posee dos hojas; la hoja externa o parietal, constituido por epitelio monoestratificado plano y membrana basal; y la hoja interna o visceral que presenta células llamadas **podocitos**, las cuales presentan prolongaciones denominadas pedicelos. Entre ambas hojas se encuentra el espacio capsular que recibe el líquido filtrado a través de la pared de los capilares del glomérulo y de la hoja visceral. Existen dos capas celulares que separan a la sangre del filtrado glomerular en la cápsula de Bowman: el endotelio capilar y el epitelio especializado ubicados sobre la parte superior de los capilares glomerulares; ambas capas se hallan separadas por la lámina basal. Entre esta última y el endotelio se localizan unas células estrelladas, llamadas **células mesangiales**, que poseen actividad contráctil y desempeñan alguna función en la regulación de la filtración glomerular.

B. Tubo contorneado proximal (TCP)

Es un tubo tortuoso que se inicia en la cápsula de Bowman. Se encuentra tapizado por epitelio monoestratificado cúbico con microvellosidades. Su longitud varía entre 12 - 24 mm, se enrolla muchas veces en la porción inicial para luego hacerse recto al penetrar más profundamente en la corteza.

---

1 "Los cálculos renales crecen sobre las superficie de las papilas renales o en el interior del sistema colector (sistema pielocalicial) y por lo general no produce dolor (cálculos asintomáticos), sin embargo cuando se desprenden y entran al uréter dan lugar a dolor, obstrucción y a veces hemorragia. *Principios de medicina interna*. Harrison. Pág. 1783 - 1784

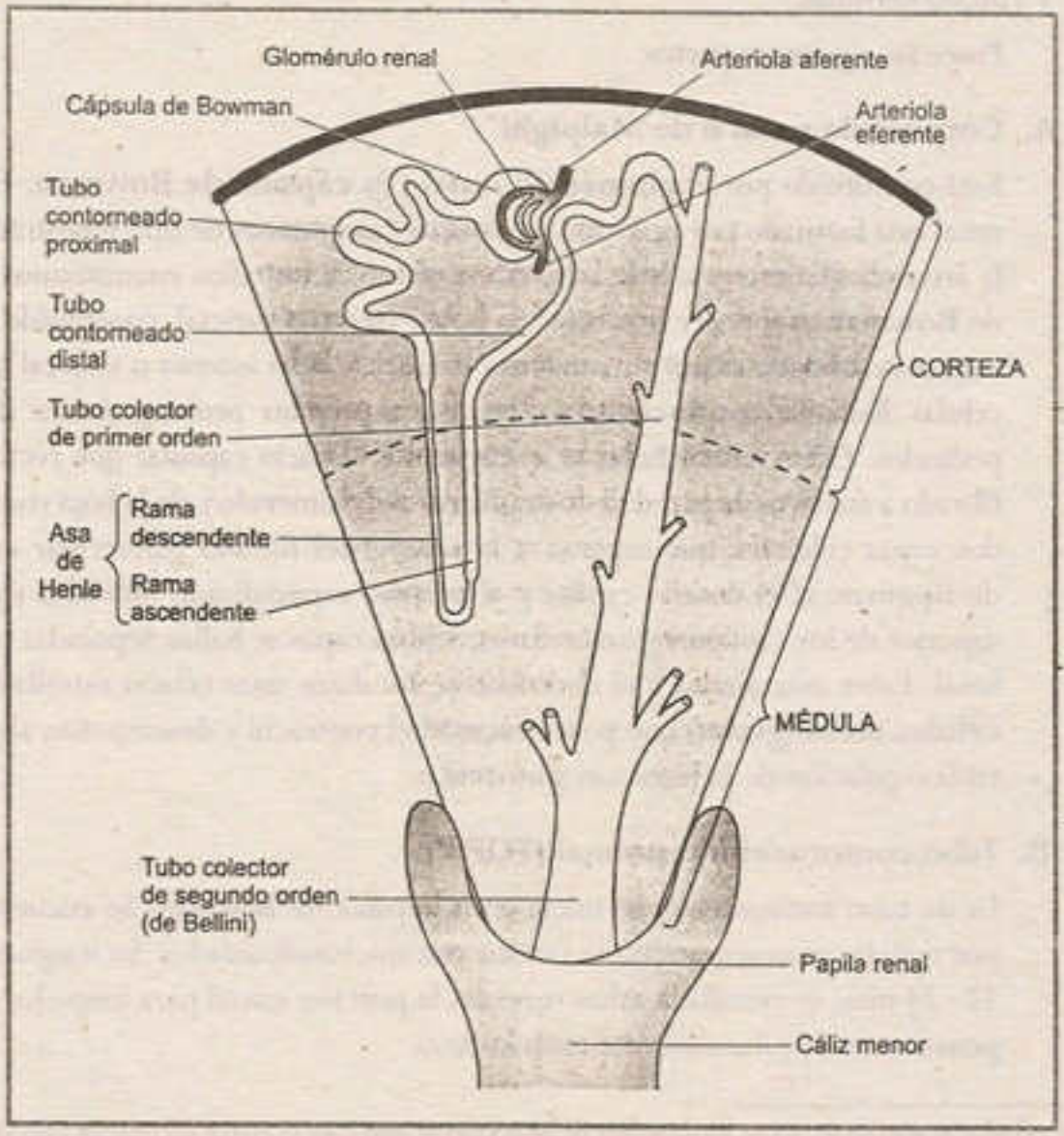
C. Asa de Henle (AH)

Presenta dos ramas: una rama descendente y delgada que presenta epitelio monoestratificado plano y otra rama ascendente que presenta, a su vez, dos porciones: una corta formada por epitelio simple plano y otra larga y gruesa formada por epitelio monoestratificado cúbico.

D. Tubo contorneado distal (TCD)

Es el último segmento de la nefrona. Está revestido por epitelio monoestratificado cúbico. Al igual que el tubo contorneado proximal es de aspecto tortuoso, pero se diferencia de este, en que las células del TCP son mas grandes, tienen "ribetes en cepillo" y son mas acidófilas (debido a la gran cantidad de mitocondrias que poseen), en cambio, las células del TCD son mas pequeñas y tienen menor número de mitocondrias.

El TCD está junto al corpúsculo de Malpighi de la misma nefrona.



Esquema que representa el nefrón y sus componentes. Se observa, además, el tubo colector a nivel de la corteza (1° orden) y médula (2° orden).

3.1.2. Tubos colectores

No forman parte del nefrón. Se divide en dos tipos:

- **De primer orden**: En ellos desembocan los TCD. Se encuentran revestidos por epitelio monoestratificado cúbico.
- **De segundo orden (tubos de Bellini)**: Están formados por la unión de los tubos colectores de primer orden. Desembocan en la papila renal y están revestidos por epitelio monoestratificado cilíndrico.

3.2. TIPOS DE NEFRONES

Teniendo en cuenta la localización de los corpúsculos renales en la corteza, se tienen dos tipos de nefrones:

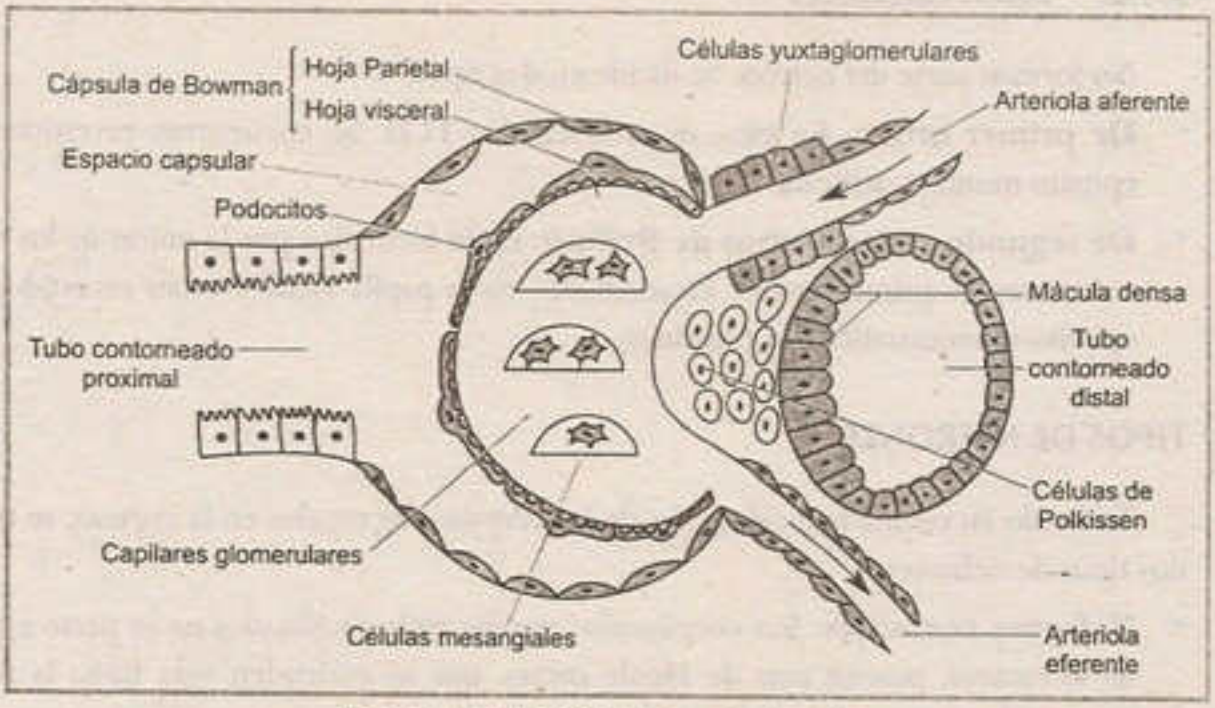
- **Nefrones corticales**: Sus corpúsculos renales están localizados en la parte externa de la corteza, poseen asas de Henle cortas, que se extienden solo hasta la región externa de la pirámide.
- **Nefrones yuxtamedulares**: Sus corpúsculos renales están localizados cerca de la base de la pirámide, posee asas de Henle y segmentos delgados largos, que se extienden hasta la región más interna de la pirámide.

3.3. APARATO YUXTAGLOMERULAR

Es una estructura íntimamente unida al corpúsculo renal, desempeña un papel importante en el control del equilibrio iónico, de esta forma actúa regulando la presión arterial y la tasa de filtración glomerular de los riñones. Está constituido por:

- **Células yuxtaglomerulares**: Llamadas también células YG, son células musculares lisas localizadas en la arteriola aferente; poseen gránulos que contienen una enzima proteolítica llamada **renina**, la cual interviene indirectamente en la elevación de la presión arterial.
- **Mácula densa**: Son células epiteliales cilíndricas modificadas que se localizan en el túbulo contorneado distal, a causa de la estrechez de las células, los núcleos teñidos intensamente están muy cerca entre sí, de manera colectiva, cuando se observa con el microscopio de luz se manifiesta como una mancha (mácula) densa.

  Estás células son sensibles a los cambios de concentración de NaCl en el líquido de la luz del túbulo.
- **Células de Polkissen**: También llamadas **células Lacis**, son células mesangiales extraglomerulares, ocupan el espacio limitado por la arteriola aferente, mácula densa, arteriola eferente y el polo vascular del corpúsculo de Malpighi.



Estructura histológica del aparato yuxtaglomerular

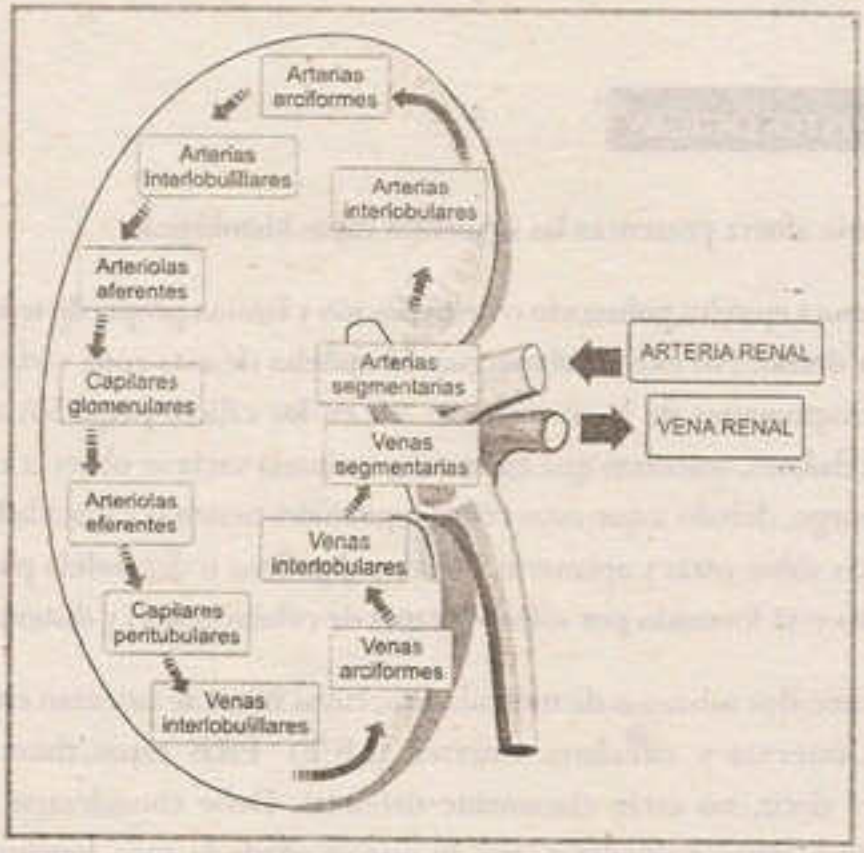
4 Irrigación de los riñones

Debido a que los riñones eliminan los productos de desecho de la sangre y que además regulan su contenido hidroelectrolítico, presentan abundante vascularización. Cada riñón recibe una gran rama de la aorta abdominal, denominada **arteria renal**, que antes o inmediatamente después de entrar en el hilio, se divide en una rama anterior mayor y una rama posterior menor. De estas ramas nacen cinco **arterias segmentarias**, cada una de las cuales vasculariza un segmento determinado de los riñones. A partir de cada arteria segmentaria se originan varias ramas que penetran en el parénquima y entran en las columnas renales localizadas entre las pirámides renales, estas se denominan **arterias interlobulares**. En las bases de las pirámides interlobulares se curvan entre la médula y la corteza; en esta zona reciben el nombre de **arterias arciformes**. Las divisiones de las arterias arciformes originan una serie de **arterias interlobulillares**, que entran en la corteza y se dividen en las **arteriolas aferentes**.

Cada corpúsculo renal recibe una arteriola aferente, que se ramifica en una red capilar enmarañada que recibe el nombre de glomérulo o capilar glomerular; estos se reúnen, posteriormente, para formar la **arteriola eferente** que drena la sangre fuera del glomérulo.

Cada arteriola eferente de una nefrona cortical se ramifica para formar una red de capilares, denominados **capilares peritubulares**, alrededor de los túbulos contorneados proximal y distal. La arteriola eferente de una nefrona yuxtaglomerular también forma capilares peritubulares, esta forma largos vasos con forma de asa denominados **vasos rectos** que penetran en profundidad junto al asa de Henle en la médula renal.

Los capilares peritubulares se reúnen para formar las vénulas peritubulares y, posteriormente, las **venas interlobulillares**. Las venas interlobulillares también reciben sangre de los vasos rectos. A continuación, la sangre drena a través de las venas arciformes en las **venas interlobulares**, que discurren entre las pirámides, y de ahí la sangre es conducida a las **venas segmentarias**. Posteriormente, la sangre sale del riñón a través de la **vena renal**.



Vascularización renal

5 Inervación de los riñones

Las fibras que forman el plexo renal derivan, en su mayor parte, de la división simpática del sistema nervioso autónomo, cuyo efecto fisiológico es producir en el riñón, la contracción del músculo liso vascular y la consecuente vasoconstricción. Los nervios que componen el plexo renal, son nervios vasomotores, puesto que controlan el flujo sanguíneo renal, al regular el diámetro arteriolar. Según esto, se pueden presentar los siguientes casos:

- La constricción de las arteriolas aferentes del glomérulo disminuye el índice de filtración y la producción de orina.
- La constricción de las arteriolas eferentes del glomérulo, aumenta el índice de filtración y la producción de orina.
- La pérdida de la inervación simpática causa mayor excreción urinaria.

LAS VÍAS URINARIAS

Son conductos a través de los cuales sale la orina formada, desde los riñones hacia el exterior.

1 CAPAS HISTOLÓGICAS

De adentro hacia afuera presentan las siguientes capas histológicas:

- **Mucosa**: Presenta epitelio polimorfo o de transición y lámina propia de tejido conectivo que varía de laxo a denso. No existe submucosa. El epitelio de esta zona varía de grosor, según los diversos componentes de la vía urinaria; así, en los cálices pequeños su grosor es solo de 2-3 capas celulares, mientras que en la vejiga urinaria vacía se observa en general de 5-6 capas. Sin embargo, debido a que estas células epiteliales tienen la capacidad de distenderse o desplazarse unas sobre otras y aplanarse, en una vejiga llena o distendida puede aparecer que el revestimiento está formado por sólo 2-3 capas de células planas y distendidas.
- **Muscular**: Posee dos subcapas de músculo liso, cuyas fibras se orientan en dos direcciones: longitudinales internas y circulares externas (LICE). Estas capas musculares están mal delimitadas, es decir, no están claramente definidas. Debe considerarse que en la vejiga se presentan tres capas musculares, por lo que se añade la capa longitudinal externa de estructura similar a las longitudinales internas.
- **Adventicia**: Es la capa más externa, formada por tejido conectivo. La parte superior de la vejiga está cubierta por una membrana serosa (peritoneo).

2 COMPONENTES

2.1. CÁLICES RENALES

Son estructuras huecas, músculo-membranosas encargadas de conducir la orina desde la papila renal hasta la pelvis renal. Son de dos tipos:

- **Cálices menores**: Son en número de 10 - 18 por cada riñón. Rodean a las papilas y tienen forma de copa.

- **Cálices mayores**: Resultan de la unión de varios cálices menores. Son en número de dos a tres por cada riñón. Se unen para formar la pelvis renal.

2.2. PELVIS RENALES

Son dos órganos huecos formados por la unión de varios cálices mayores. Tienen forma de embudo y se continúan con los uréteres. Se comporta, entonces, como un receptáculo existente a nivel del hilio renal.

2.3. URÉTERES

Son dos conductos músculo-membranosos que conducen la orina desde la pelvis renal hasta la vejiga. Cada uréter mide de 28-30 cm de longitud y de 3-4 mm de diámetro, siendo el uréter izquierdo más largo que el derecho; ambos entran en la vejiga a nivel de su base. En su tercio inferior, la capa muscular presenta tres subcapas: longitudinal interna, circular media y longitudinal externa (LI, CM, LE).

2.4. VEJIGA

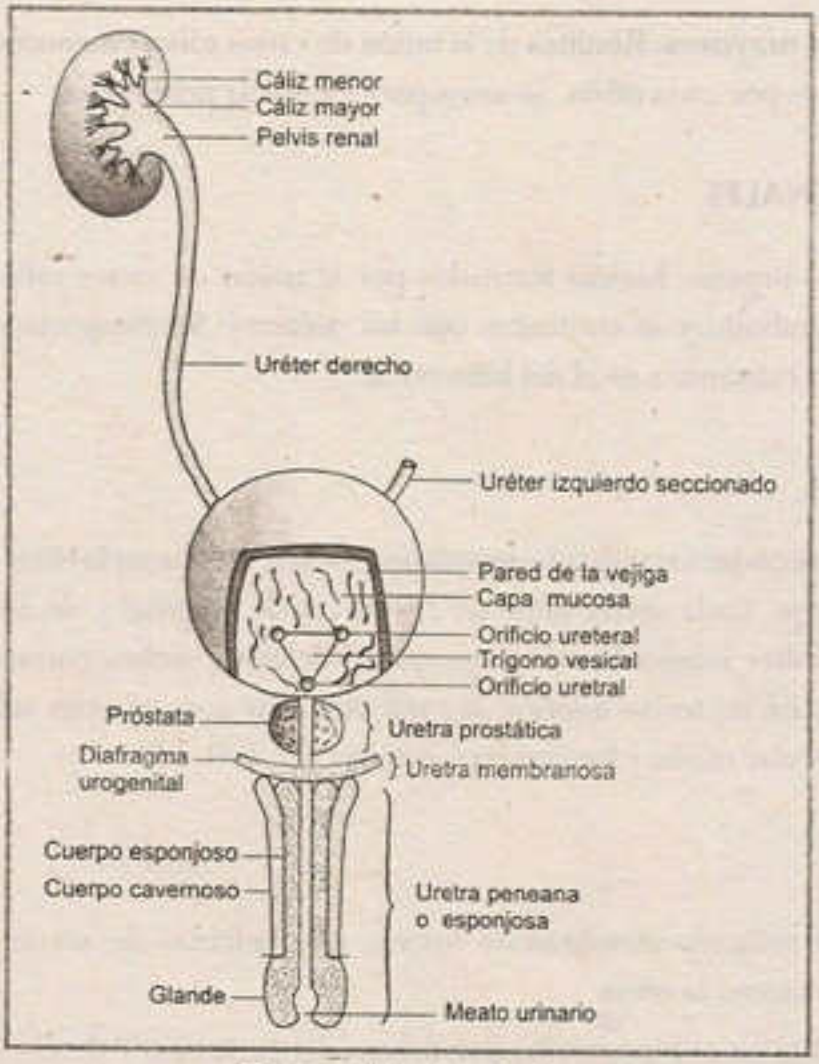
Órgano músculo-membranoso hueco, que, además de servir como vía urinaria, también almacena la orina.

Se localiza en el hipogastrio, por debajo del peritoneo y detrás de la sínfisis púbica. En el varón, se ubica entre la sínfisis del púbis y el recto. En la mujer, se localiza entre la sínfisis del púbis y el útero con la vagina; tiene forma ovoide cuando está llena. Mide 12 cm de longitud, 9 cm de ancho y 6 cm de espesor. Posee una capacidad fisiológica de 300 a 400 ml, ello significa que cuando la vejiga se llena de orina a este volumen se va a producir la sensación de miccionar (reflejo de la micción).

En la base de la vejiga existe una superficie triangular llamada trígono vesical (de Lieutaud), cuyos vértices son los orificios de los dos uréteres y de la uretra.

Su pared posee las siguientes capas histológicas:

- **Mucosa**: Presenta epitelio polimorfo o de transición y lámina propia de tejido conectivo.
- **Muscular**: Constituida por tres subcapas de músculo liso (longitudinal interna, circular media y longitudinal externa). Las tres forman el músculo detrusor de la vejiga, la sub-capa muscular circular media se dispone alrededor del orificio interno de la uretra y forma el esfínter interno de la uretra, el cual es involuntario.
- **Adventicia**: Cubre a toda la vejiga, excepto en su parte superior, donde es cubierta por una capa serosa (peritoneo).



Estructura de las vías urinarias

2.5. URETRA

Es un conducto que lleva la orina desde la vejiga hacia el exterior, presenta dos esfínteres: uno interno (involuntario) y otro externo (voluntario). La estructura de la uretra difiere de acuerdo al sexo.

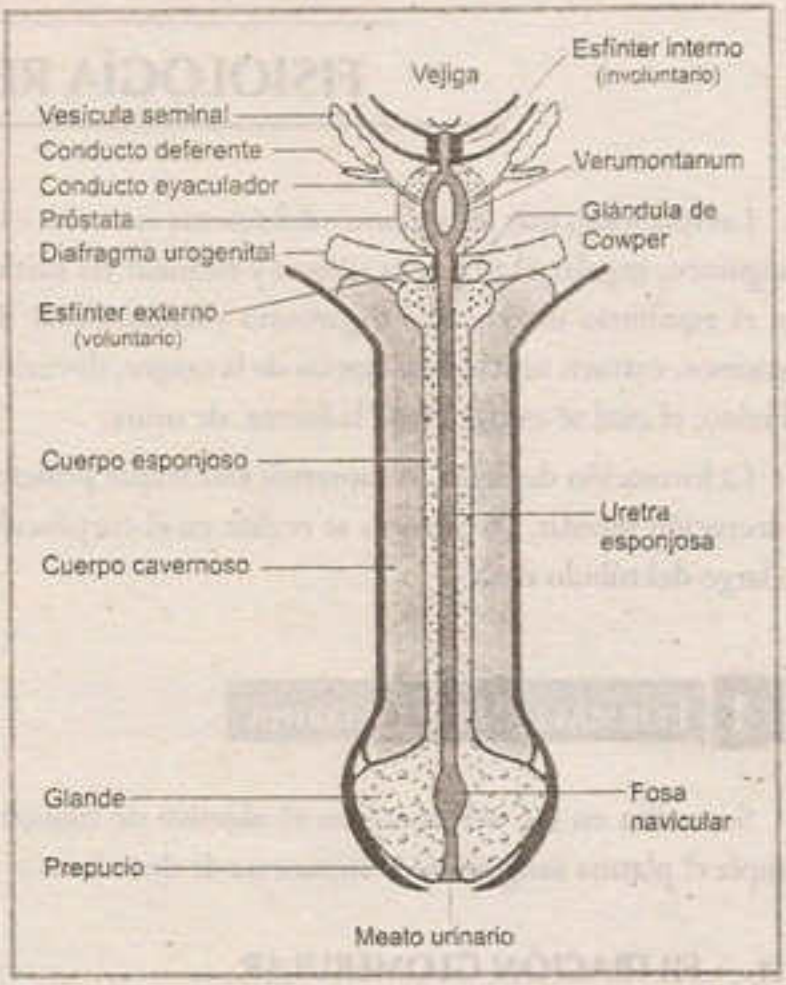
La uretra masculina mide aproximadamente 16 cm de longitud. Posee tres porciones:

- **Uretra prostática**: Se localiza en el espesor de la próstata. Mide 3 cm de longitud. En su porción dorsal hay una elevación que se proyecta hacia su interior, el verumontanum[2]. A los lados del verumontanum se abren dos conductos eyaculadores, por los cuales pasa el semen. Se encuentra revestida por epitelio polimorfo.

[2] "Al realizar un corte horizontal de la uretra masculina nos damos cuenta que no es sino una herradura, puesto que por la pared posterior transcurre un pliegue longitudinal llamado la cresta uretral, la cual se engrosa en la próstata llamándosele colículo seminal (Verumontanum), aquí se aprecia los 2 orificios de los conductos eyaculadores y un orificio en medio llamado utrículo prostático (vestigio embriológico del conducto de Müller) que es una zona que se puede infectar en caso de uretritis. *Anatomía*. Lippert. Pág. 425

- **Uretra membranosa**: Se ubica en el espesor del diafragma urogenital y mide 1 cm de longitud. Posee el esfínter externo de la uretra. Presenta epitelio poliestratificado cilíndrico.

- **Uretra esponjosa**: Se localiza dentro del cuerpo esponjoso del pene, mide aproximadamente 12 cm de longitud. Posee epitelio poliestratificado cilíndrico; cerca de su extremidad externa, la luz de la uretra esponjosa se dilata, formando la fosa navicular, la cual se continúa con el meato urinario. Las glándulas de Littré son de tipo mucoso y se encuentran a lo largo de la uretra, aunque predomina en la uretra esponjosa.



Esquema que representa la uretra masculina con sus diferentes porciones, los cuales comunican la vejiga con el exterior. Obsérvese además su relación con la vía reproductiva mediante el conducto eyaculador

La uretra masculina tiene doble función: urinaria y reproductora.

La uretra femenina mide 3,5 - 4 cm de longitud. Su capa mucosa presenta epitelio poliestratificado plano no queratinizado y lámina propia de tejido conectivo, la cual es gruesa y fibroelástica. Junto a esta capa se ubica la capa muscular, la cual está poco delimitada y compuesta de una capa longitudinal interna y otra circular externa.

A nivel del orificio externo, la uretra está rodeada por el esfínter uretral, de tipo voluntario y compuesto por fibras musculares estriadas. Este orificio externo está por arriba y delante de la abertura vaginal.

A diferencia de la uretra masculina, la uretra femenina tiene función exclusivamente urinaria.

FISIOLOGÍA RENAL

Las funciones mas importantes del sistema urinario, es controlar la concentración y el volumen sanguíneo, regular el pH de la sangre; y eliminar las sustancias tóxicas de la sangre manteniendo así el equilibrio interno del organismo (homeostasis). Las nefronas, para realizar todos éstos procesos, extraen muchas sustancias de la sangre, devuelve las necesarias al organismo y eliminan el resto, el cual se excreta bajo la forma de orina.

La formación de orina, comprende tres etapas principales: filtración glomerular, reabsorción y secreción tubular. La primera se realiza en el corpúsculo renal, las otras dos se llevan a cabo a lo largo del túbulo renal.

1 Formación de la orina

Se realiza en los nefrones con el objetivo de mantener la homeostasis, de esta manera se limpia el plasma sanguíneo de sustancias de desechos.

1.1. FILTRACIÓN GLOMERULAR

Es el proceso mediante el cual se produce la filtración del plasma, desde el glomérulo renal hacia la cápsula de Bowman. La sangre llega al glomérulo renal a través de la arteriola aferente y por diferencia de presiones el plasma atraviesa la membrana endotelio - capsular y se filtra hacia la cápsula de **Bowman**. El filtrado glomerular tiene una composición semejante al plasma, con la excepción que no presenta proteínas, ya que son moléculas demasiado grandes para atravesar la membrana endotelio - capsular. El producto resultante se denomina ultrafiltrado.

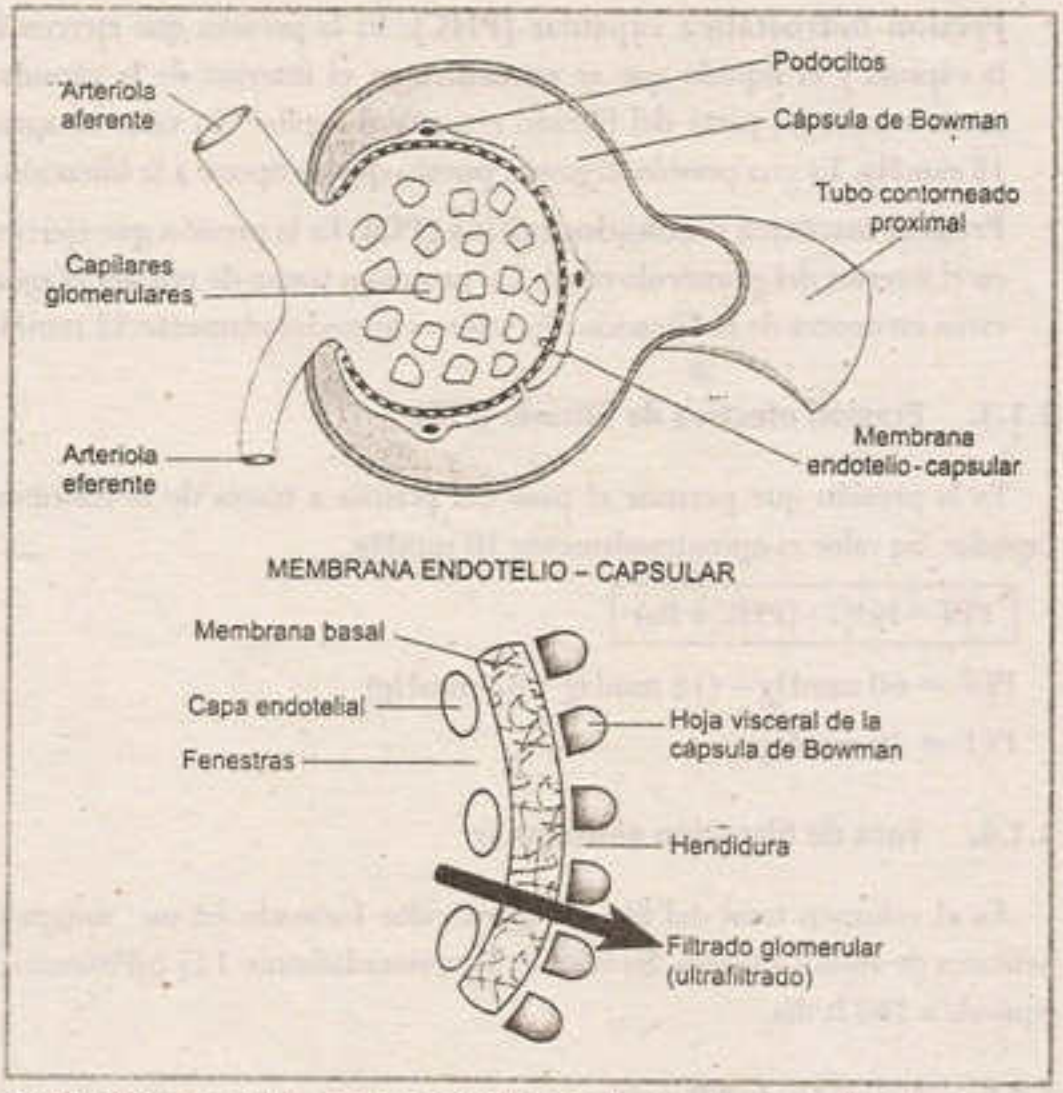
1.1.1. Membrana endotelio-capsular

Es una membrana semipermeable a través de la cual se realiza la filtración glomerular. Está constituida por tres capas:

- **Capa endotelial**: Pertenece al capilar glomerular. Las células endoteliales están perforadas por muchos agujeros pequeños llamados **fenestras**, los cuales restringen el paso de los elementos formes o figurados de la sangre. Los poros tienen un diámetro que varía entre 70 y 90 nm, y que no solo restringen el paso de los elementos formes, sino que además impiden el paso de macromoléculas, cuyo diámetro real excede al de las fenestras (proteínas como la albúmina, o la hemoglobina).

- **Membrana basal**: Está constituida principalmente por un entramado de fibras colágenas y glucosaminoglicanos que impiden el paso de proteínas de gran tamaño. Presenta un espesor de alrededor de 300 nm. El glucosaminoglucano más importante es el heparán sulfato (rico en polianiones), lo cual impide el pasaje de moléculas con cargas positivas y moléculas de gran tamaño como las proteínas.

- **Hoja visceral de la cápsula de Bowman**. Está formada por células epiteliales modificadas, denominadas podocitos; estas presentan muchas prolongaciones denominadas pedicelos, y entre ellos se encuentran unos espacios llamados hendiduras de 20-40 nm, por donde pasa el líquido filtrado. Los podocitos extienden sus prolongaciones alrededor de los capilares glomerulares que se interdigitan con las de los podocitos vecinos.



Esquema que representa la membrana endotelio-capsular, la cual realiza la filtración glomerular. Obsérvese la dirección del proceso de filtración a través de las fenestras, membrana basal y hendiduras.

1.1.2. Dinámica de la filtración glomerular (presiones)

El principio de la filtración, consiste en que el paso de líquidos y sustancias disueltas a través de una membrana es por diferencia de presiones. En efecto, la presión sanguínea provoca la salida de agua y componentes sanguíneos disueltos a través de las fenestraciones endoteliales (poros) de los capilares para atravesar, luego, la membrana basal.

En un varón adulto, con 70 Kg. de peso, el flujo sanguíneo por ambos riñones es de 1200 ml/minuto, lo cual constituye el 21% del gasto cardíaco. El flujo renal es el que va a determinar la dinámica de la filtración glomerular, el cual para que se lleve a cabo es necesario una diferencia de presiones. En este proceso intervienen tres tipos de presiones:

- **Presión hidrostática glomerular (PHG)**: Es la presión que ejerce la sangre en el interior de los capilares glomerulares. Su valor es aproximadamente 60 mmHg. Es una presión positiva, porque se encuentra a favor de la filtración.
- **Presión hidrostática capsular (PHC)**: Es la presión que ejercen las paredes de la cápsula y el líquido que se encuentra en el interior de la cápsula de Bowman, como resultado, parte del filtrado retorna al capilar. Su valor es aproximadamente 18 mmHg. Es una presión negativa, puesto que se opone a la filtración.
- **Presión oncótica o coloidosmótica (PO)**: Es la presión que ejercen las proteínas en el interior del glomérulo renal. Las proteínas tratan de retener el agua, por lo tanto, están en contra de la filtración. Su valor es aproximadamente 32 mmHg.

1.1.3. Presión efectiva de filtrado (PEF)

Es la presión que permite el paso del plasma a través de la membrana endotelio-capsular. Su valor es aproximadamente 10 mmHg.

$$PEF = PHG - (PHC + Po)$$

$$PEF = 60 \text{ mmHg} - (18 \text{ mmHg} + 32 \text{ mmHg})$$

$$PEF = 10 \text{ mmHg}$$

1.1.4. Tasa de filtración glomerular

Es el volumen total del filtrado glomerular formado en un minuto por todos los nefrones de ambos riñones. Su valor es aproximadamente 125 ml/minuto, lo mismo que equivale a 180 lt/día.

1.1.5. Fracción de filtración

Es el porcentaje de plasma que entra a las nefronas y que se convierte en filtrado glomerular. Su valor varía de 16-30%.

Regulación de la filtración glomerular

- **Autorregulación renal**: Es la capacidad de los riñones para mantener una presión sanguínea y una filtración glomerular constantes. Es un mecanismo intrínseco, es decir, que opera dentro de los riñones. Además, es un sistema incorporado para compensar variaciones moderadas de presión arterial en cortos periodos de tiempo. La autorregulación renal opera por sistemas de retroalimentación negativa en las que interviene el aparato yuxtaglomerular.
- **Regulación hormonal**: Existen dos hormonas que participan en la regulación de la filtración glomerular: la angiotensina II y el péptido natriurético auricular (PNA)[3].
- **Regulación nerviosa**: Los vasos sanguíneos de los riñones están inervados por fibras vasoconstrictoras de la división simpática del sistema nervioso autónomo. En reposo, los vasos sanguíneos renales están dilatados al máximo. Durante el ejercicio, o una hemorragia, predomina la vasoconstricción de las arteriolas aferentes.

1.2. REABSORCIÓN TUBULAR

Es el proceso mediante el cual la mayoría de los componentes filtrados pasan desde el túbulo renal hacia los capilares peritubulares o un vaso recto. Solo se reabsorben cantidades específicas de ciertas sustancias, dependiendo de las necesidades corporales de ese momento. La reabsorción tubular permite que el organismo retenga la mayor parte de sus nutrientes, realizándose todo este proceso en la porción tubular del riñón y en el tubo colector. Ocurre por dos mecanismos:

- Transporte Pasivo: Ocurre sin gasto de energía. Ejemplo: agua, úrea.
- Transporte Activo: Cuando hay gasto de energía (ATP). Ejemplo: glucosa, aminoácidos, Na^{+}, K^{+}, Ca^{++}, etc.

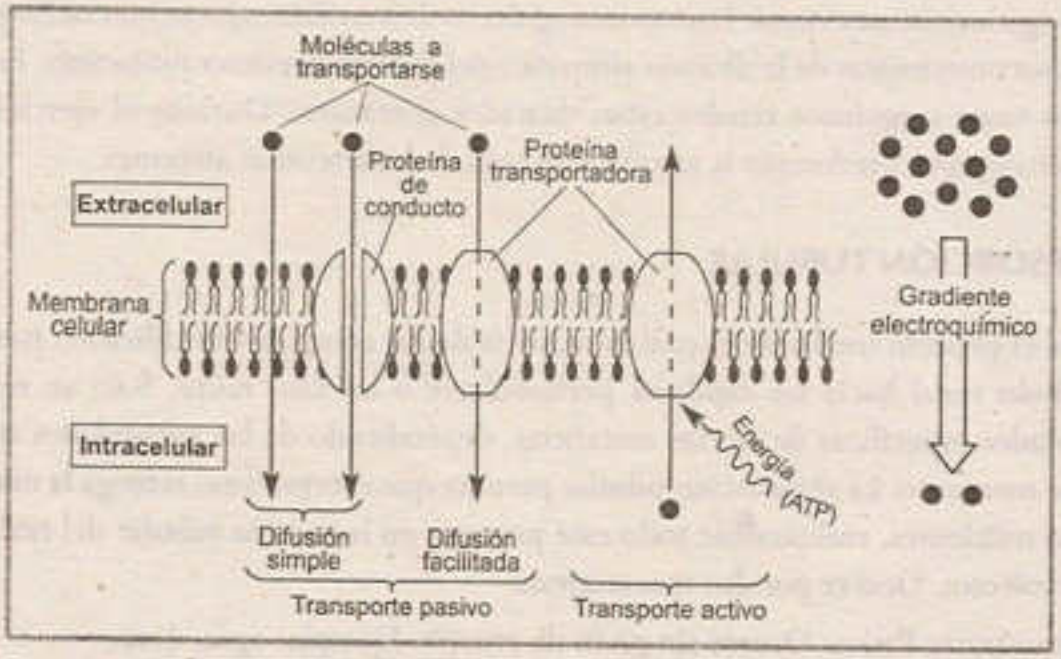
a. **Transporte pasivo.** Es el movimiento de sustancias a través de la membrana celular obedeciendo una gradiente de concentración, presión o carga eléctrica. Por sí mismo no se requiere gasto de energía (ATP) por parte de la célula. Se divide en dos tipos:
   - Difusión simple, cuando hay difusión de agua, gases disueltos, moléculas liposolubles.
   - Difusión facilitada, cuando la difusión es de moléculas hidrosolubles con participación de las proteínas de membrana.

   La ósmosis, es un tipo de difusión simple y se refiere a la difusión del agua, esto porque la membrana es más permeable al agua que a los solutos disueltos.

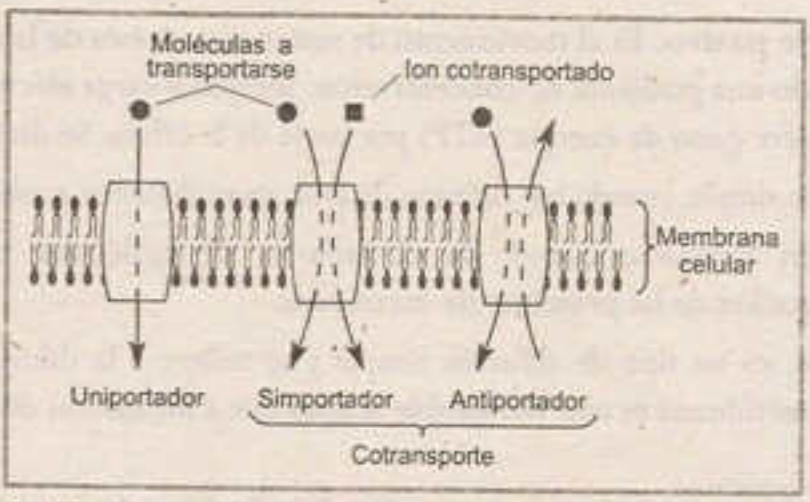
[3] "Existen ciertas células en las aurículas del corazón que cuando se distienden debido al aumento del volumen plasmático, secretan una sustancia llamada Péptido Natriurético Auricular. Las concentraciones elevadas del PNA inhiben la reabsorción de sodio y agua de los conductos colectores, aumentando de esta manera la diuresis y normalizando el volumen sanguíneo. *Tratado de la fisiología médica*. Guyton, Hall. Pág. 377

b. **Transporte activo.** Es el movimiento de sustancias a través de una membrana, generalmente, en contra de la gradiente de concentración y con gasto de energía (ATP). Se describen tres mecanismos:

- Uniporte, cuando el transporte es de un solo soluto, desde un lado a otro de la membrana.
- Simporte, cuando el transporte se realiza en la misma dirección (unidireccional) con respecto a un soluto. Ejm. cotransporte Na^+ - glucosa, Na^+ - aminoácidos.
- Antiporte, cuando el transporte es en dirección opuesta al soluto en referencia. Ejm: cotransporte $Na^+ - H^+$.



Esquema que representa el transporte de moléculas pequeñas a través de la membrana celular. Obsérvese los dos tipos de transporte (pasivo y activo) y el gradiente químico, además de las moléculas que serán transportadas al otro extremo.



Proteínas transportadas y transporte activo a través de la membrana. Obsérvese los diferentes tipos de transporte activo que se dan a través de la membrana celular.

La reabsorción tubular se realiza del siguiente modo:

- **Tubo contorneado proximal**: Reabsorbe el 65% de H_2O, el 100% de glucosa y aminoácidos, Na^+, K^+, Cl^- y HCO_3^-. A este nivel se realiza la reabsorción obligatoria de H_2O.
- **Asa de Henle**: Reabsorbe el 15% de H_2O, también Na^+, K^+, Cl^-, úrea.
- **Tubo contorneado distal**: Reabsorbe el 10% de H_2O, también Na^+, K^+, Cl^-, y HCO_3^-. La aldosterona es una hormona que actúa en este segmento tubular, aumentando la reabsorción de Na^+ y por lo tanto del H_2O. Además, estimula la secreción de K^+.
- **Tubo colector**: Reabsorbe el 9,3% de H_2O, disminuyendo de este modo la diuresis y determinando así una reabsorción facultativa.

En total, se reabsorbe el 99,3% de lo filtrado y, por tanto, el 0,7% restante formará la orina, en una cantidad aproximada de 1.5 litros/día. La reabsorción tubular se realiza a lo largo del túbulo renal, a través de las células epiteliales ubicadas en estas zonas.

1.2.1. Reabsorción de Na+ en el TCP

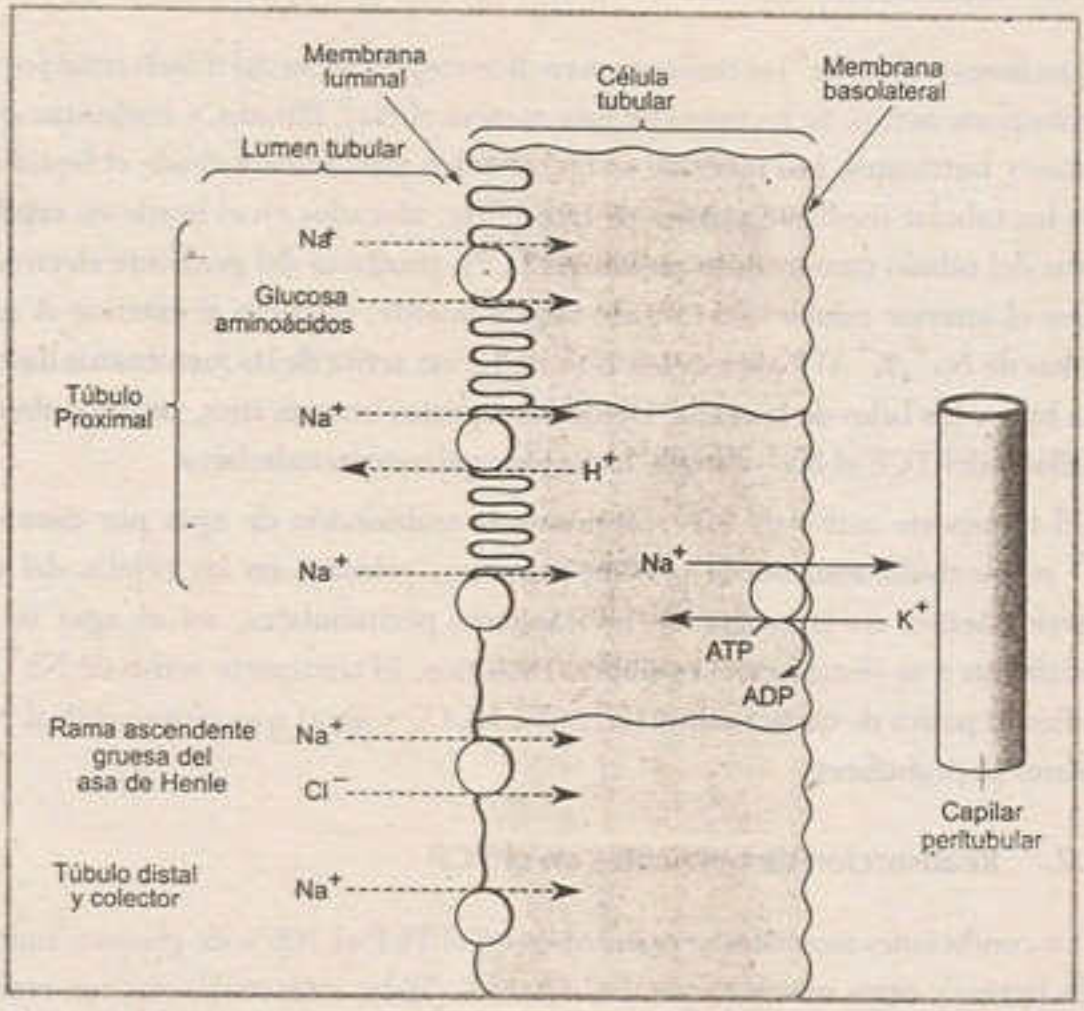
Los iones sodio (Na^+) se reabsorben en diversas porciones del túbulo renal por sistemas de transporte activo. Se recupera de esta manera el Na^+ filtrado, y conjuntamente agua, aniones y nutrientes. Los iones de sodio difunden pasivamente desde el líquido filtrado de la luz tubular mediante canales de transporte, ubicados en el borde en cepillo de las células del túbulo contorneado proximal (TCP), producto del gradiente electroquímico, ya que el interior celular está cargado negativamente, respecto al exterior. A su vez, las bombas de Na^+/K^+ ATP asa extraen Na^+ de forma activa de las membranas basolaterales en la base y los lados de la célula. Desde los espacios intersticiales, situados alrededor de las células del TCP, el Na^+ difunde hacia los capilares peritubulares.

El transporte activo de Na^+ promueve la reabsorción de agua por ósmosis. Cada Na^+ reabsorbido aumenta la presión osmótica, primero en las células del túbulo y, posteriormente, en la sangre de los capilares peritubulares, así el agua se desplaza rápidamente y se restablece el equilibrio osmótico. El transporte activo de Na^+ favorece la difusión pasiva de otros solutos (K^+, Cl^-, HCO_3^- y úrea) que acompañan al Na^+ a los capilares peritubulares.

1.2.2. Reabsorción de nutrientes en el TCP

En condiciones normales se reabsorben en el TCP el 100% de glucosa, aminoácidos, ácido láctico y otros metabolitos útiles filtrados. Todas estas sustancias son reabsorbidas por cotransportadores de Na^+ (transporte activo) y salen por difusión facilitada a través de la membrana basolateral y, posteriormente, difunden a los capilares peritubulares. Cada

tipo de cotransportador tiene un límite superior de velocidad de trabajo denominado **transporte máximo** (Tm), medido en mg/min de manera que cuando la concentración de una de estas sustancias en la sangre es anormalmente alta, dicha sustancia atravesará la membrana endotelio capsular con mayor velocidad que lo normal y se superará el Tm, dando como resultado la eliminación de esta sustancia por la orina. El umbral renal (medido en mg/ml), es la concentración plasmática a la que una sustancia comienza a eliminarse en la orina debido a que se ha superado el Tm. Es el caso de los pacientes diabéticos, en el que la concentración de glucosa en la sangre está elevada (hiperglicemia), por lo que se filtra abundante glucosa a nivel del glomérulo; aparece entonces una alta concentración de glucosa en el TCP que no puede ser reabsorbida totalmente, superándose el límite de Tm y se llega a sobrepasar el umbral renal. Es ahí donde se elimina glucosa en la orina, que es un signo de **la diabetes mellitus**. Al final del TCP, se han reabsorbido el 100% de los nutrientes, 80 a 90% de HCO_3^-, cerca del 65% del Na^+ y del agua, y cerca del 50% del Cl^- y del K^+ filtrados.



Esquema de la reabsorción tubular del sodio en el cual se observa la reabsorción a diferentes niveles del túbulo renal (proximal, asa de henle, distal y colector).

1.2.3. Reabsorción en el asa de Henle

La reabsorción de cationes, aniones y agua se produce en el asa de Henle, el TCD y los túbulos colectores. En el asa de Henle se reabsorbe cerca del 40% de K^+, el 25% de Na^+ y Cl^-, y el 15% de agua filtrados. Aquí la reabsorción de agua por ósmosis no se acopla a la reabsorción de solutos filtrados, esto permite al organismo producir un gran volumen de orina muy diluida, o un pequeño volumen de orina muy concentrada. De esta manera existe una regulación independiente del agua corporal total y de la presión osmótica de los líquidos del organismo.

1.2.4. Reabsorción en el TCD y en los túbulos colectores.

La regulación de la absorción de agua y sales (Na^+, Cl^-) se da en la porción final del TCD y en los túbulos colectores por acción de dos hormonas: la aldosterona y la hormona antidiurética (ADH).

La aldosterona, secretada por la corteza de la glándula suprarrenal, produce un aumento de la reabsorción de Na^+ y agua. En ausencia de esta hormona, no se reabsorbe Na^+ en los túbulos colectores, por lo que pasaría a la orina y se excreta. También aumentaría la excreción de agua debido a la presión osmótica creada por el Na^+ no reabsorbido.

La ADH, sintetizada por el hipotálamo, aumenta la permeabilidad al agua de las células del TCD. Cuando la concentración de agua en la sangre es baja y, por consiguiente, la presión osmótica está elevada, los osmorreceptores del hipotálamo envían una señal para el aumento de la secreción de ADH, cuyo efecto consiste en la estimulación de la producción de canales de agua (poros), que aumentan la permeabilidad al agua de las membranas apicales de las células del TCD. Como resultado entran mas moléculas de agua en las células y luego a la sangre. En ausencia de ADH se pueden excretar hasta 20 litros al día de orina muy diluida. Si la concentración de ADH es máxima, se excretan unos 400 a 500 ml/día de orina muy concentrada.

1.2.5. Reabsorción de agua

Casi el 90% de la reabsorción del agua se produce junto a la reabsorción de solutos tales como el sodio y glucosa. Este tipo de reabsorción de agua tiene lugar en el TCP, la rama ascendente del asa de Henle y en la primera porción del TCD que presentan una permeabilidad pasiva al agua. De los 180 litros de agua que llegan al TCP, cada día, este tipo de reabsorción de agua extrae casi 160 litros. El agua restante se reabsorbe en los túbulos colectores, pero regulado por la ADH y representa cerca del 10% del agua reabsorbida del filtrado.

1.3. SECRECIÓN TUBULAR

Es un proceso inverso a la reabsorción tubular; así mientras que la reabsorción tubular devuelve sustancias del filtrado a la sangre, a través de la secreción tubular pasan algunas sustancias desde la sangre de los capilares peritubulares hacia el tubo renal (tubo contorneado distal y tubo colector). Entre las sustancias secretadas se encuentran los iones de hidrógeno (H^+), iones de potasio (K^+), iones de amonio (NH_4^+), creatinina, ácido úrico y algunos fármacos (penicilina, ácido paraminohipúrico).

La finalidad que tiene la secreción tubular es eliminar ciertas sustancias de desecho así como participar en el control del pH de la sangre, el mismo que debe de mantenerse dentro de los límites normales, esto es, 7.35 - 7.45. Este valor se mantiene a pesar de que a través de una dieta normal se proporcionan alimentos que producen ácidos en lugar de bases.

1.3.1. Secreción de iones H^+ en las células de:

- **Tubo contorneado proximal, rama gruesa del asa de Henle y porción proximal del tubo contorneado distal**. Las células de los segmentos arriba mencionados secretan el 95% de los H^+ que deben ser eliminados con la orina, para realizar esto se valen de un mecanismo de cotransporte sodio-hidrógeno. ¿Qué significa ésto?

  Imagine Ud. por un momento una persona que está pintando su casa; para realizar este trabajo se necesita una fuente que dé energía. Así, una vez obtenido la energía a través de los alimentos, podrá realizar el respectivo trabajo. La célula es igual, para eliminar el H^+ necesita una fuente de energía, esa energía la obtiene del ingreso de Na^+ a la célula. Esta energía o fuerza es llamada **fuerza electromotriz**.

  Cuando el sodio ingresa a la célula, le brinda a esta, la fuerza o energía necesaria para sacar al hidrógeno. Como un ion ingresa y otro sale de la célula, se dice que están siendo transportados en sentido contrario y a ello se le denomina cotransporte Na^+ - H^+ (antiporte). De esta manera, el H^+ es eliminado hacia la luz del nefrón y se evita su acumulación en el cuerpo, puesto que será eliminado con la orina.

- **Porción distal del tubo contorneado distal y tubo colector**. Las células de estos segmentos se encargan de secretar el 5% de los H^+ que deben ser eliminados con la orina, para realizar esto se valen del mecanismo del hidrógeno-ATPasa (H^+ - ATPasa). ¿Qué significa ésto?

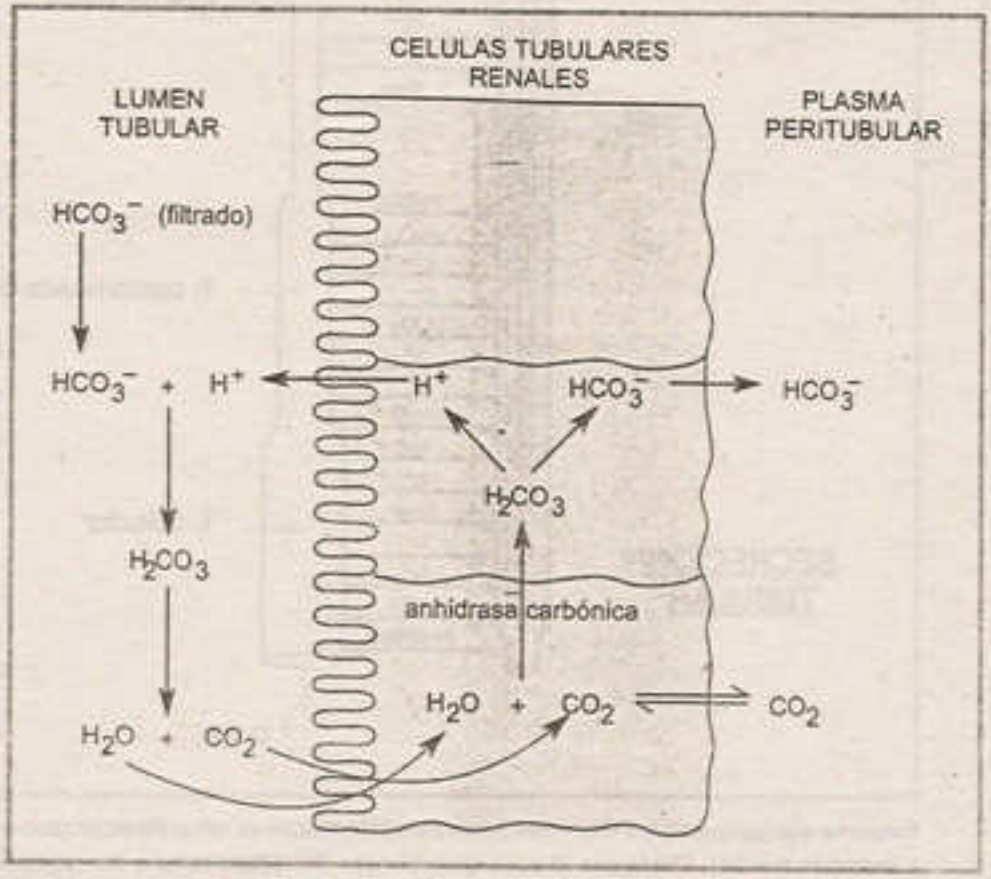
  Como se sabe, para que la célula realice el trabajo de eliminar el H^+ a la luz del nefrón, necesita energía. Pero, esa energía la obtiene del ATP (adenosintrifosfato). El ATP activa una proteína de la membrana celular, la cual transporta el H^+ del interior de la célula hacia la luz del nefrón.

Igualmente, lo que observamos es que para secretar H^+ se necesita energía, ya sea que provenga del Na^+ (fuerza natriomotriz) o del ATP.

1.3.2. Reabsorción de HCO_3^- mediante secreción de H^+

Este proceso de reabsorción del HCO_3^- filtrado se lleva a cabo en el TCP, rama gruesa del asa de Henle y porción proximal del TCD. Para entender este proceso, recordemos que en estas partes del nefrón, el H^+ era secretado hacia la luz tubular por un mecanismo de cotransporte Na^+ - H^+. Ahora, una vez que el H^+ se encuentra en la luz tubular se junta (reacciona) con el HCO_3^- (ion bicarbonato) para formar H_2CO_3 (ácido carbónico). Este H_2CO_3 recién formado, a su vez se disocia, es decir, se divide en H_2O y CO_2 (anhídrido carbónico). Este CO_2 penetra al interior de la célula tubular y es la clave de todo el proceso, ya que una vez dentro de la célula, se unirá con el H_2O y formará nuevamente H_2CO_3, el cual por ser una molécula muy inestable se disocia en H^+ y HCO_3^-.

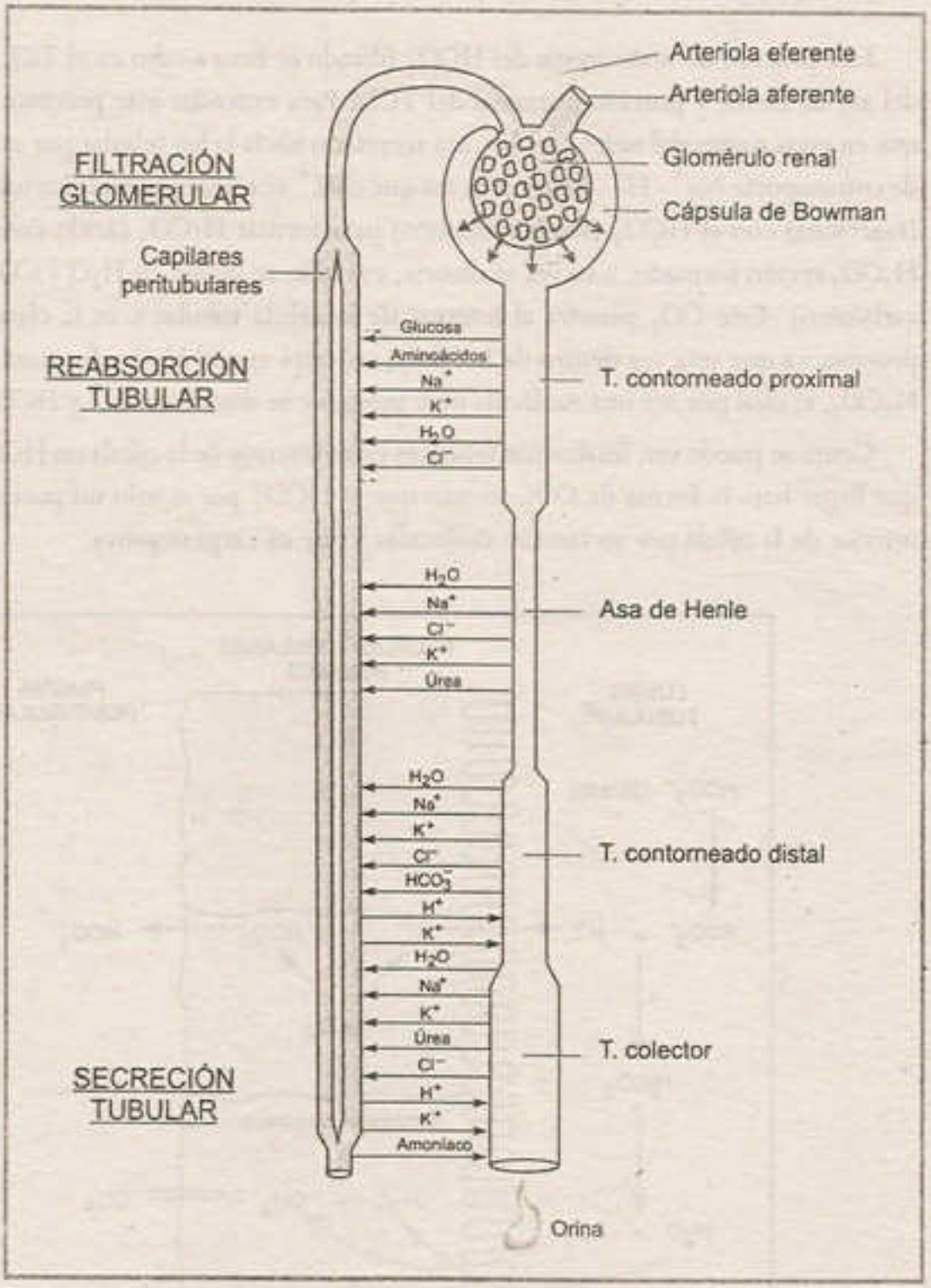
Como se puede ver, finalmente tenemos en el interior de la célula un HCO_3^-, que tuvo que llegar bajo la forma de CO_2, puesto que el HCO_3^- por sí solo no puede penetrar al interior de la célula por su tamaño molecular y por su carga negativa.



Esquema que representa la reabsorción tubular del bicarbonato (HCO_3^-) desde la luz tubular hasta el plasma peritubular pasando por las células tubulares renales. Obsérvese las diferentes reacciones en la cual interviene el HCO_3^-.

1.3.3. Generación de nuevo HCO_3^- mediante secreción de H^+

Este proceso se lleva a cabo en la porción final del TCD y en el tubo colector.



Esquema que representa los diferentes pasos para la formación de orina (filtración glomerular, reabsorción y secreción tubular). Obsérvese el paso de sustancias del túbulo renal a los capilares peritubulares y viceversa. Al final de todos estos procesos recién se obtiene la orina, producto de la actividad del nefrón.

Recordemos que la secreción de H^+, en estas porciones del nefrón, era llevada a cabo gracias a la participación de una bomba, la H^+ - ATPasa, la cual permitía la secreción de H^+ hacia la luz tubular con el gasto de un ATP.

Este H^+ que está siendo secretado, resulta de la disociación del H_2CO_3 en HCO_3^- y H^+ ($H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H^+$), pero a su vez es el producto de la unión del CO_2 con el agua ($CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$).

El CO_2 que se junta con el H_2O, se obtiene del metabolismo de la propia célula o del espacio extracelular que rodea a los nefrones. Es este detalle lo que hace la diferencia con el proceso anterior, puesto que mientras en la reabsorción de HCO_3^-, el CO_2 proviene de la luz tubular; en la generación de nuevo HCO_3^-, el CO_2 proviene de la propia célula o del extracelular.

1.4. PRODUCCIÓN DE ORINA DILUIDA Y CONCENTRADA

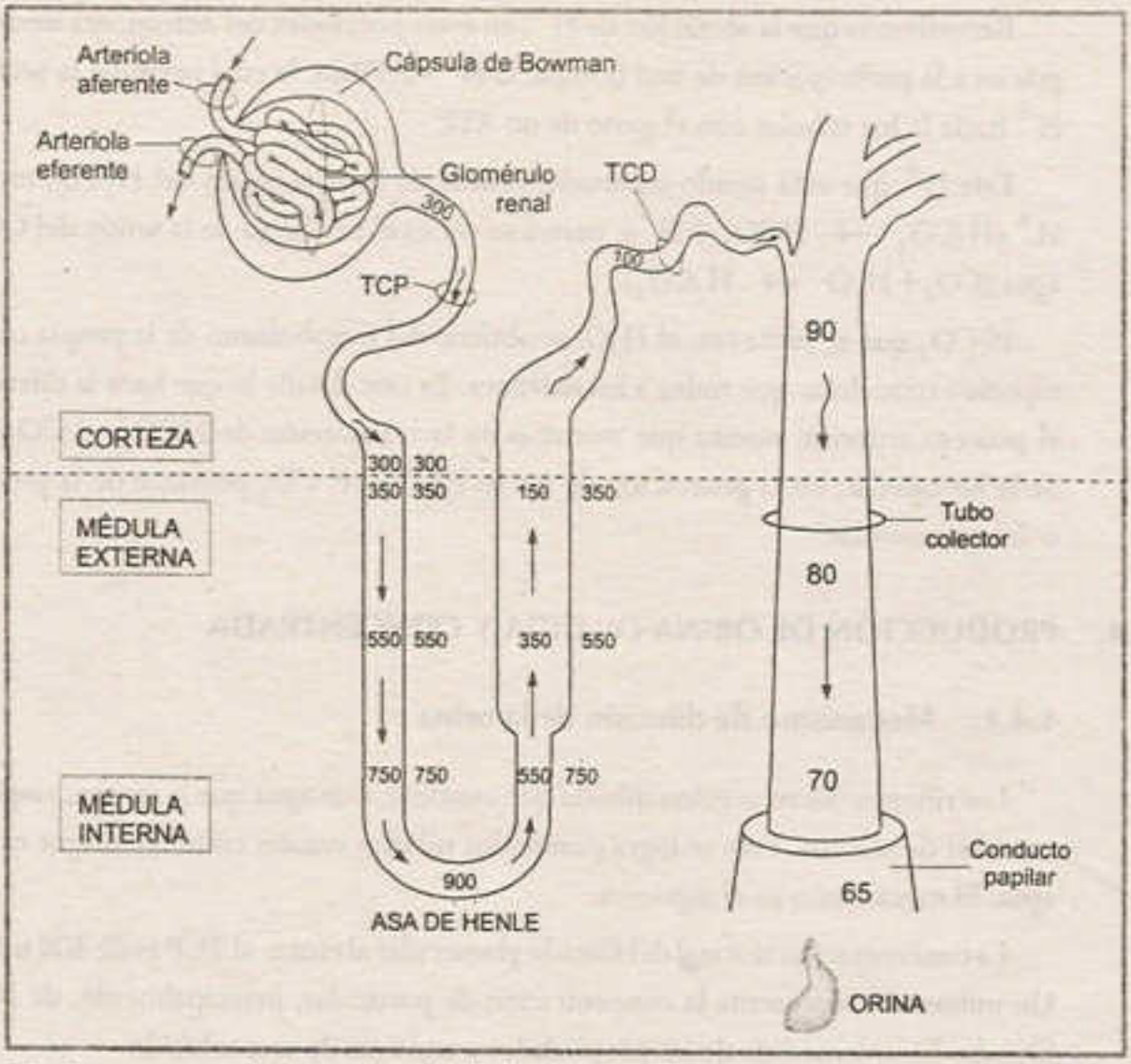
1.4.1. Mecanismo de dilución de la orina

Los riñones forman orina diluida que contiene más agua que la sangre, respecto de la cantidad de solutos. Esto se logra cuando los túbulos renales eliminan mayor cantidad de agua. El mecanismo es el siguiente:

La concentración normal del filtrado glomerular al entrar al TCP es de 300 mOsmol/L. Un miliosmol representa la concentración de partículas, principalmente, de NaCl en el filtrado. Es una medida de las propiedades osmóticas de una solución.

El filtrado glomerular es isoosmótica (isotónica) con el plasma. La rama ascendente gruesa del asa de Henle es muy permeable al agua, pero reabsorbe de manera activa Na^+, K^+ y Cl^- del filtrado.

Los iones entran en las células de la rama ascendente gruesa, de ahí al líquido intersticial (líquido que existe entre los túbulos, los conductos y los capilares) y, finalmente, a los capilares. Debido a que están saliendo iones del filtrado, pero no moléculas de agua, la concentración del filtrado desciende a unos 1000 mOsm/litro. Por consiguiente, el filtrado que sale de la rama ascendente está más diluido que el plasma.



Esquema que representa el mecanismo de dilución de la orina. Obsérvese las diferentes concentraciones por la cual pasa el líquido tubular, desde la cápsula de Bowman hasta el conducto papilar.

A medida que el filtrado continúa circulando a través del TCD y del tubo colector, se reabsorben algunos iones más, produciendo una orina aún mas diluida. En ausencia de ADH la orina puede estar cuatro veces mas diluida que el plasma y el filtrado glomerular. Cuando el filtrado entra en los conductos papilares, su concentración puede ser de hasta 65 - 70 mOsm/L, y se dice que esta orina es hipoosmótica (hipotónica), respecto al plasma.

1.4.2. Mecanismo de concentración de la orina

Durante las fases de escasa ingesta de agua, los riñones todavía deben eliminar productos de desecho y el exceso de iones, conservando el agua. Esto se consigue aumentando el volumen de agua que se reabsorbe a la sangre, la cual produce una orina más concentrada y se dice que esta orina es hiperosmótica (hipertónica), respecto al plasma. Mientras que la formación de orina, diluida simplemente, requiere la reabsorción de más solutos que de agua.

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

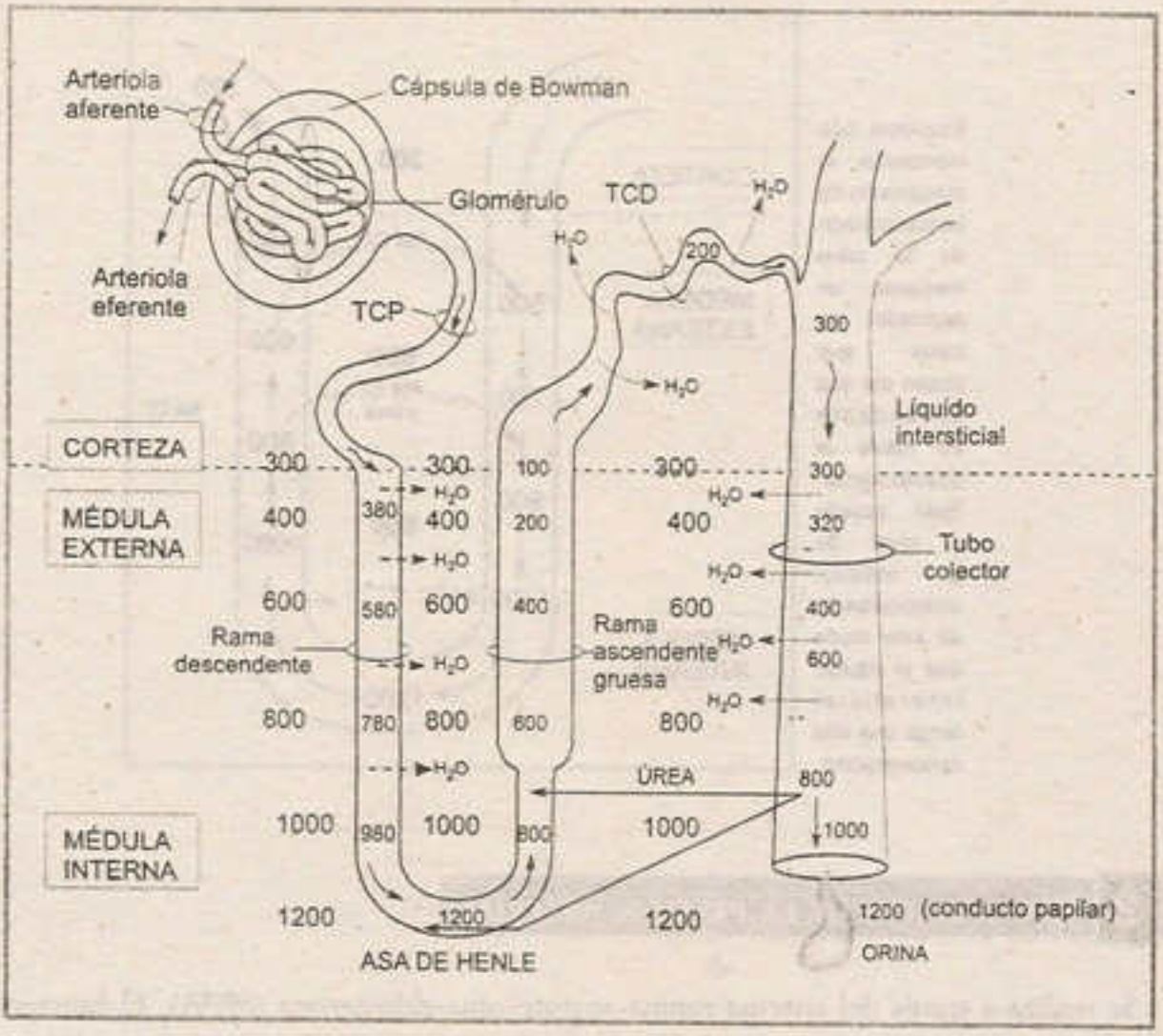
Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

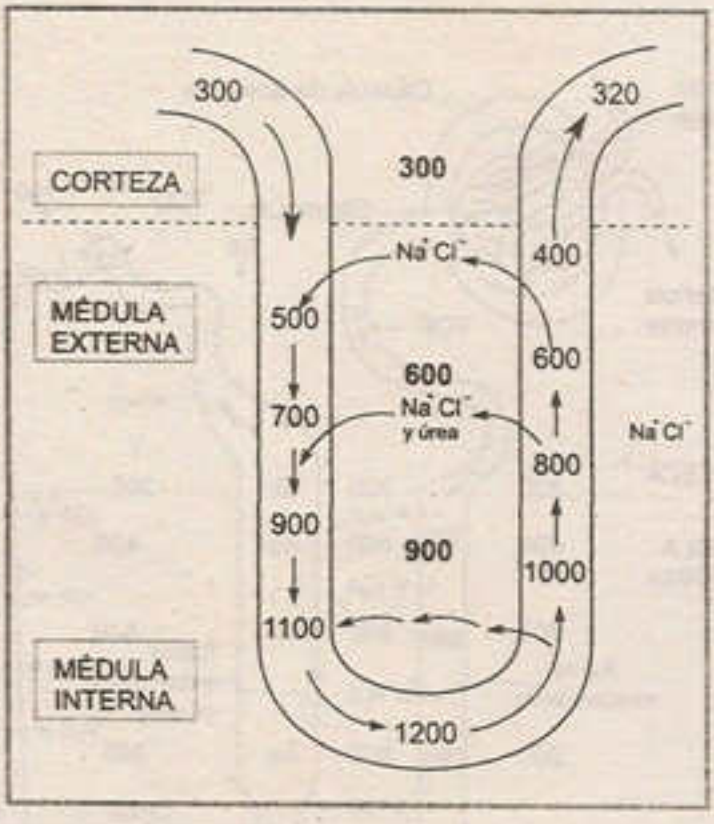
08 de agosto del 2020



Esquema que muestra el mecanismo de concentración de la orina (mecanismo de contracorriente) entre las ramas del asa de Henle y los capilares peritubulares. Obsérvese la dirección del flujo del agua en el asa de Henle y a nivel del túbulo contorneado distal y colector.

La excreción de orina concentrada depende de una elevada concentración de solutos en el líquido intersticial de la médula renal. La concentración de solutos del líquido intersticial de los riñones aumenta desde unos 300 mOsm/L en la corteza a más de 1200 mOsm/L en la médula interna. Los nefrones yuxtamedulares de asa larga y la porción del tubo colector, situado en la médula interna, generan esta gradiente de presión osmótica. Dos factores principales contribuyen a crear el gradiente osmótico:

- Las diferencias de reabsorción de agua y solutos en los diferentes segmentos del asa de Henle y los túbulos colectores.
- El mecanismo de contracorriente que resulta de la disposición anatómica de los nefrones yuxtamedulares y de los vasos rectos.



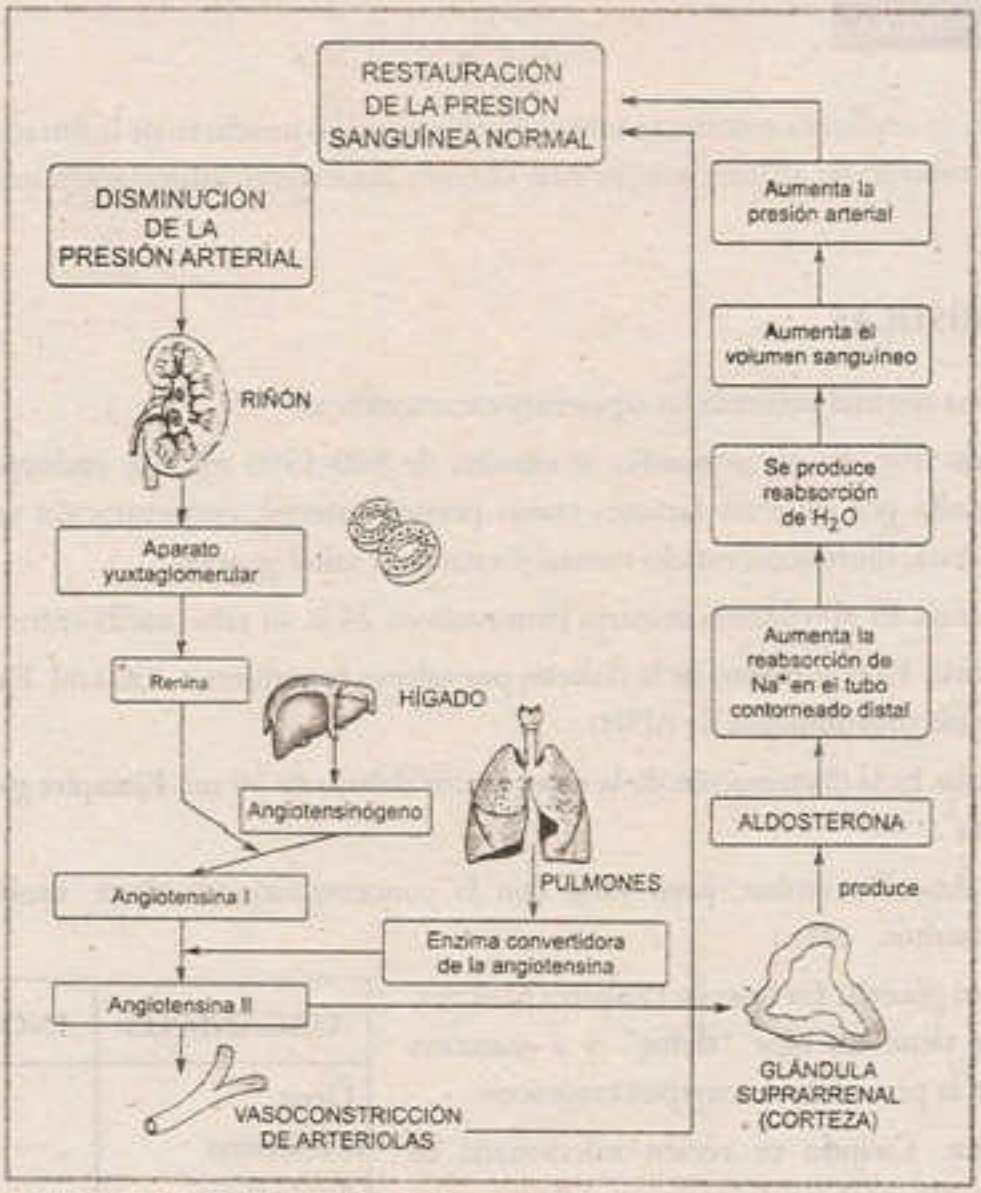
Esquema que representa el mecanismo de concentración de la orina mediante un reciclado de sales que pasan del asa ascendente de Henle al descendente. Todo sucede a nivel de la médula, ocasionando de este modo que el líquido intersticial tenga una alta concentración

2 Regulación de la presión arterial

Se realiza a través del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA). El funcionamiento de este sistema es el siguiente: Cuando hay una disminución de la presión arterial (hipotensión arterial), las células yuxtaglomerulares liberan una enzima llamada renina, la cual actúa sobre el angiotensinógeno (proteína plasmática sintetizada en el hígado), transformándolo en angiotensina I. Esta, a su vez, a medida que fluye por los capilares pulmonares, a través de la enzima convertidora de la angiotensina (ECA)[4], se transforma en angiotensina II, la cual es una hormona que tiene dos efectos fundamentales:

- Estimula la secreción de aldosterona en la corteza suprarrenal, el mismo que aumenta la reabsorción de Na^+ y por tanto de H_2O en el TCD y tubos colectores. En consecuencia, aumenta el volumen sanguíneo y con ello, la presión arterial vuelve a valores normales.
- Por acción directa, la misma angiotensina II es un potente vasoconstrictor de las arteriolas. Ello, al igual que el mecanismo de la aldosterona, contribuye al aumento de la presión arterial, con lo que la presión arterial se normaliza.

[4] "Un medicamento que actue inhibiendo la ECA tendrá un efecto **antihipertensivo** como consecuencia de la disminución de la síntesis de angiotensina II y el aumento de la concentración de bradicinina (vasodilatador) en el organismo. Entre los fármacos inhibidores de la ECA tenemos al **Captopril** que es útil en el tratamiento de la hipertensión arterial. *Manual de farmacología*. UNMSM. Pág. 108



Esquema que representa la regulación de la presión arterial, que tiene como desencadenante la disminución de la presión arterial. Intervienen en este proceso diversos órganos cuyo objetivo es restaurar la presión arterial hacia valores normales.

3 Regulación de la eritropoyesis

Cuando los riñones (y el hígado, en menor grado) experimentan hipoxia (déficit de oxígeno a nivel celular), es decir, que no llega suficiente oxígeno a la sangre, las células mesangiales extraglomerulares (células de Polkissen) secretan una hormona llamada eritropoyetina. Esta hormona circula por la sangre hasta llegar á la médula ósea roja, donde se acelera la formación de eritrocitos (eritropoyesis). Para que se lleve a cabo este proceso se necesita del estímulo principal llamado hipoxia.

4 La orina

La orina, ya explicada anteriormente, es consecuencia o producto de la filtración, reabsorción y secreción tubular. Su análisis nos permite obtener importante información sobre el estado del organismo.

CARACTERÍSTICAS

Una orina normal presenta las siguientes características:

- **Volumen**. Por día en promedio se elimina de 800-1500 ml. Sin embargo, este valor es influenciado por diversos factores como presión arterial, concentración sanguínea, dieta, temperatura, diuréticos, estado mental y estado de salud general.
  - Diuresis: Es el volumen urinario eliminado en 24 h, su valor oscila entre 800-1500 ml.
  - Poliuria: Es el aumento de la diuresis por valores superiores a 2000 ml. Ejemplo: diabetes insípida (disminución de ADH).
  - Anuria: Es la disminución de la diuresis por debajo de 50 ml. Ejemplo: glomerulonefritis aguda[5].
- **Color**. Amarillo ámbar, pero varía con la concentración, la dieta, urobilina y algunos medicamentos.
- **Olor**. Sui géneris. En caso de Diabetes Mellitus, la orina tiene un olor "dulce" o a manzana debido a la presencia de cuerpos cetónicos.
- **Turbidez**: Cuando es recién miccionada es transparente, pero conforme pasa el tiempo o se deja reposar se vuelve turbia.
- **pH** : Varía de 4,6 - 8.0, pero puede variar con la dieta. Así, por ejemplo, dietas hiperproteicas (alto contenido de proteínas) acidifican la orina, mientras que dietas vegetarianas lo alcalinizan.

ORGÁNICOS	INORGÁNICOS
Úrea	H_2O
Creatinina	Na^+
Ácido úrico	Cl^-
Ácido hipúrico	K^+
Indican	$SO_4^=$
	PO_4^{-3}
	H^+
	NH_3

- **Densidad**: Varía de 1,003 - 1,030 g/ml y según la concentración de solutos.
- **Componentes normales**: En condiciones normales no deben existir en la orina: albúmina glucosa, eritrocitos, leucocitos, cuerpos cetónicos, bilirrubina, pus.

[5] "El caso típico es el de un niño que bruscamente desarrolla un mal estado general, fiebre, náuseas, oliguria; anuria y hematuria (orina de color chocolate o coca-cola) una o 2 semanas después de haberse recuperado de una infección de la faringe (causada por Estreptococos betahemolíticos del grupo A). En la Glomerulonefritis Aguda los glomérulos están aumentados de tamaño y anémicos, se observa también proliferación de Neutrófilos y monocitos que son células típicas de los procesos infecciosos. *Patologia estructural y funcional*. Robbins. Pág. 1046

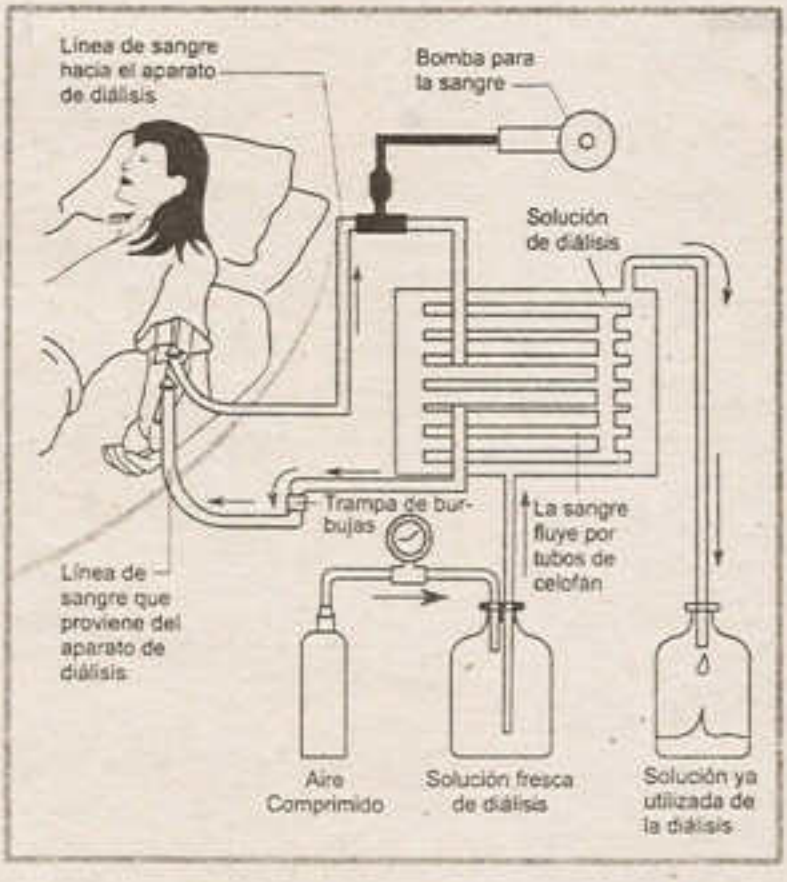
Lectura I

Cuando los riñones fallan

El riñón es un órgano relativamente inadvertido. Normalmente, la necesidad de orinar es nuestra única evidencia de su actividad. Pero si el riñón falla, la muerte se presenta con rapidez. Los riñones son vulnerables de ser atacados de diversas maneras. Algunas sustancias tóxicas pueden destruir los túbulos renales: metales pesados (mercurio, arsénico), compuestos orgánicos como solventes (tetracloruro de carbón), insecticidas y sobredosis de algunos antibióticos y analgésicos. Una segunda fuente de lesión es por infecciones bacterianas, en especial de bacterias intestinales que llegan al riñón por la uretra. Otra fuente más de daño es la glomerulonefritis.

En esta enfermedad, una respuesta inmunológica anormal a una infección ocasiona que el antígeno y el anticuerpo se fusionen en partículas insolubles, que quedan atrapadas en los glomérulos, dando como resultado la inflamación y la muerte de los túbulos. El daño renal con frecuencia se trata utilizando una máquina muy especial: el riñón artificial.

El riñón artificial fue utilizado por primera vez en 1945. Opera sobre el principio básico de difusión de sustancias a partir de áreas de concentración elevada hacia áreas de concentración baja a través de una membrana permeable artificial. La difusión pasiva de sustancias por una membrana semipermeable artificial recibe el nombre de **diálisis**; cuando la sangre se filtra utilizando este proceso, el proceso recibe el nombre de **hemodiálisis**. Durante la hemodiálisis, la sangre del paciente es extraída del cuerpo y bombeada por un tubo muy angosto elaborado de una membrana de celofán suspendido en un líquido dializador. Esta membrana contiene poros demasiado pequeños para permitir el pasaje de células sanguíneas y proteínas grandes, pero es la suficientemente grande



para que pasen moléculas pequeñas como, agua, azúcar, aminoácidos y urea. La composición del líquido de dializado se ajusta para tener concentraciones sanguíneas normales de estas sustancias, de manera que los nutrimentos importantes de la sangre sean retenidos. Como resultado, sólo las moléculas cuya concentración se encuentra en exceso, con relación al normal difundirán hacia el líquido de diálisis. Por ejemplo, la urea está presente en una concentración relativamente elevada en la sangre y ausente en el líquido de diálisis, de modo que difunde hacia afuera de la sangre y hacia el líquido de diálisis.

Un reto de la diálisis es eliminar el exceso de agua. Debido a que la sangre tiene una osmolaridad más elevada que el líquido de la diálisis, el agua tiende a difundir hacia la sangre a partir del líquido de diálisis. Este proceso es contrarrestado por la aplicación de presión a la sangre, la cual fuerza a que algunas de las pequeñas moléculas del agua salgan de la misma en contra de su gradiente de concentración.

Casi 500 mililitros de sangre se encuentran en la máquina en cualquier momento, fluyendo a una velocidad de varios cientos de mililitros por minuto. Aun así, el paciente debe permanecer unido a la máquina de diálisis durante cuatro a seis horas tres veces por semana. Aunque los pacientes que requieren diálisis han sobrevivido durante más de 20 años, sus vidas no son normales. Su dieta y su ingesta de líquidos debe regularse cuidadosamente. De todas formas, la composición de su sangre fluctúa y se encuentran muchas más sustancias tóxicas acumuladas en comparación con los sujetos normales.

Fuente: *Biología*: Audesirk. Pág. 77

Lectura 2

Infecciones urinarias en niños

La infección urinaria es un evento común en niños menores, entre 2 meses y 2 años, que consultan por fiebre, siendo más frecuente en niñas que en niños. La mayoría de los niños mayores de 2 meses se infectan por aseo inadecuado en las zonas cercanas a sus órganos genitales. Las muestras de orina para analizar en el laboratorio son la clave del diagnóstico pero deben ser tomadas en forma correcta y por manos expertas. El gérmen más común proviene de las deposiciones y se llama *Escherichia coli*.

El diagnóstico oportuno y el tratamiento adecuado pueden prevenir daños posteriores en el riñón.

Cada año miles de padres de familia llevan a sus niños a los servicios de salud por cuadros febriles, pero no todos ellos se encuentran con enfermedades graves que amenacen sus vidas. No obstante, algunos de ellos requieren de un diagnóstico acertado para evitar las complicaciones que puedan surgir y este es el caso de la infección de vías urinarias.

Las enfermedades febriles en la infancia, entre los 2 meses y 2 años de edad, representan un gran universo del cual la infección urinaria representa apenas 5%. Existen diferencias en la frecuencia de aparición por sexo siendo más frecuentes en niñas que en niños, con una proporción 5 a 20 veces menor entre los circuncidados con respecto a quienes no lo son. La edad es un factor de riesgo asociado con la probabilidad de presentar infección de vías urinarias, pues es una eventualidad más común en los menores de dos años.

¿Qué es una infección urinaria?

La infección urinaria en niños se define como el ataque de una bacteria a aquellas partes del cuerpo que producen, transportan, almacenan y eliminan la orina. El gérmen mas común es **Escherichia coli**. Otras bacterias que producen la infección son *Enterobacter*, *Proteus mirabilis* y *Klebsiella ozenae*. En muy pocos casos los virus producen la infección.

¿Cómo se manifiesta la infección urinaria?

Las manifestaciones de la enfermedad varían según la edad. En el recién nacido los síntomas no son claros y se presentan con un llanto continuo sin explicación, rechazo al alimento, fiebre y vómito. En el niño mayor de 5 años los síntomas son más claros. El cuadro tiene las siguientes manifestaciones, aumento de la frecuencia al orinar, ardor al orinar, orinarse en la noche, dolor en la zona de la vejiga, olor fuerte en la orina, dolor en la espalda debajo de las costillas hacia la columna, dolor en el abdomen, fiebre y escalofríos.

¿Cómo se infectan los niños?

Los niños se infectan de dos formas, cuando son recién nacidos hasta los 2 meses se pueden infectar por bacterias que pasan de la sangre hacia el riñón y las vías urinarias. En niños mayores hay contaminación de la vía urinaria por cercanía con zonas contaminadas como el ano y la vagina. Los gérmenes de estas zonas penetran por la uretra (conducto que conecta la vejiga al exterior) en forma ascendente burlando las defensas del niño. Cuando las bacterias infectan la vejiga se habla de cistitis (*cisto*: vejiga e *itis*: inflamación) y si continúa en forma ascendente hasta los uréteres y los infecta se llama ureteritis (*ureter*: uréter e *itis*: inflamación) y por último si llega al riñón se llama pielonefritis (*pielo*: pelvis renal y *nefros*: riñón e *itis*: inflamación). Por la menor longitud de la uretra y la cercanía con gérmenes de la vagina, las niñas tienen mayor probabilidad de infectarse. Por esto es muy importante realizar un aseo

minucioso de las zonas cercanas a la uretra como son el ano y la vagina. Las niñas deben limpiarse de adelante hacia atrás para evitar que se contaminen con materia fecal sus vías urinarias.

¿Qué debe hacer si sospecha que el niño tiene la infección?

Cuando el niño presenta algunos de los síntomas anteriormente descritos el primer paso a seguir es consultar con el médico. Si se sospecha de una infección de las vías urinarias en niños menores de 2 años debe proceder a tomar las muestras de orina para confirmar el diagnóstico por dos métodos:

– El primero se denomina aspiración por punción suprapúbica.

– La otra forma de obtener la muestra de orina es por cateterismo vesical.

¿Qué se hace con la muestra de orina?

La muestra de orina es cultivada y analizada en el laboratorio para identificar los gérmenes productores de la infección. Mientras se dan los resultados el médico inicia el tratamiento del niño con antibióticos como el trimetoprim sulfa, amoxacilina o cefalosporinas.

¿Qué otras cosas complican la infección de orina?

En niños menores de 10 años se deben descartar un reflujo vésico-ureteral pues su incidencia es del 25% en este grupo. La presencia de este fenómeno se relaciona con daños severos del riñón que pueden llevar al niño hasta necesitar diálisis. El reflujo vésico-uretral es una de las formas más utilizadas por las bacterias para entrar a las vías urinarias e infectar el riñón y producir daños permanentes.

¿Cuándo se hospitalizan los niños?

En algunos casos se requiere hospitalizar al niño debido a su gravedad. En niños menores de 2 años si presentan vómito, no comen y tienen fiebre superior a los 38.5° grados con escalofríos se debe pensar en esta posibilidad. En la hospitalización se le inyectan antibióticos y líquidos a través de tubos estériles para lograr una recuperación completa y adecuada.

¿Cómo se deben seguir los niños después de la infección?

El seguimiento de estos niños se debe hacer con cultivos de orina cada 3 meses por un periodo de 2 años. Si el niño presenta infecciones de orina a repetición se requiere del manejo especializado de un nefrólogo o de un urólogo infantil según sea el caso. Algunos pacientes recibirán pequeñas dosis de antibióticos por un tiempo prolongado para prevenir nuevas infecciones.

Los hermanos del niño deben ser revisados por el médico para descartar problemas de riñón en ellos ya que pueden tener por herencia una tendencia a la infección.

¿Cuándo debo llevar el niño a consulta?

Los niños menores de 2 años con fiebre alta que no comen y tienen vómito y llanto persistente o en niños mayores con ardor al orinar aumento del número de veces que orinan, dolor en la espalda debajo de las costillas y/o en el abdomen debajo del ombligo, fiebre alta y escalofríos deben llevarse a consulta médica.

¿Cómo debo manejar la fiebre mientras llego al médico?

Lo primero que se debe hacer es tomar la temperatura con un termómetro y comprobar que sea mayor a 38.5° grados. Si se comprueba que el niño presenta temperatura se debe desabrigar al niño en un sitio cerrado y ventilarlo con una revista por unos 5 minutos. La temperatura debe tomarse nuevamente y si persiste alta se debe dar acetaminofén a dosis de 2 gotas por kilo de peso cada 4 horas. No se debe abrigar los niños ni suministrar antibióticos sin consentimiento médico.

Fuente: www.saludhoy.com/htm/nino/articulo/infección1.html

CAPÍTULO

XI

Sistema endocrino

Se sabe que cuando una persona se asusta, su organismo reacciona, por lo que los músculos se tensan, la respiración se acelera y el corazón bombea más rápido la sangre. Así mismo, las glándulas suprarrenales segregan mayores cantidades de adrenalina que se encargará, entre otras cosas, de limitar el riego sanguíneo en zonas periféricas donde no es necesario en esos momentos, todo ello con el fin de ahorrar y acumular energía.

twitter.com/calapenshko

SISTEMA ENDOCRINO

Capítulo XI

Objetivos

- *Describir las características generales de las hormonas.*
- *Explicar los dos mecanismos de acción hormonal.*
- *Describir el control de las secreciones hormonales mediante ciclos de retroalimentación.*
- *Explicar la localización, histología, hormonas y funciones del hipotálamo, hipófisis, tiroides, paratiroides, glándulas suprarrenales, páncreas y glándula pineal.*

Introducción

Si nos detenemos un momento a pensar en nuestro organismo, podremos percibir que este se encuentra sometido constantemente a cambios en las diferentes etapas del desarrollo. Por ejemplo, una niña se transforma en mujer, un niño se transforma en varón, una persona adulta se enfrenta al estrés constante, la mujer experimenta cambios durante la gestación, etc. En estos procesos hay cambios súbitos que requieren regulación inmediata. Estos procesos fisiológicos y muchos otros ajustes del metabolismo, crecimiento y reproducción son regulados por el sistema endocrino. Éste se encarga de regular las actividades metabólicas de ciertos órganos y tejidos del cuerpo y, por lo tanto, ayuda a regular la homeostasis.

El proceso de control y regulación es llevado a cabo por el sistema nervioso y sistema endocrino que actúan coordinadamente. Para llevar a cabo esta comunicación, ambos sistemas utilizan sustancias químicas que se comportan como mensajeros. En el sistema nervioso, este mensajero químico recibe el nombre de neurotransmisor. Por otro lado, el sistema endocrino está formado por glándulas de secreción interna y células endocrinas, capaces de liberar a la sangre un mensajero químico denominado hormona, y de esta forma llega a todas las células de nuestro cuerpo para controlarlas.

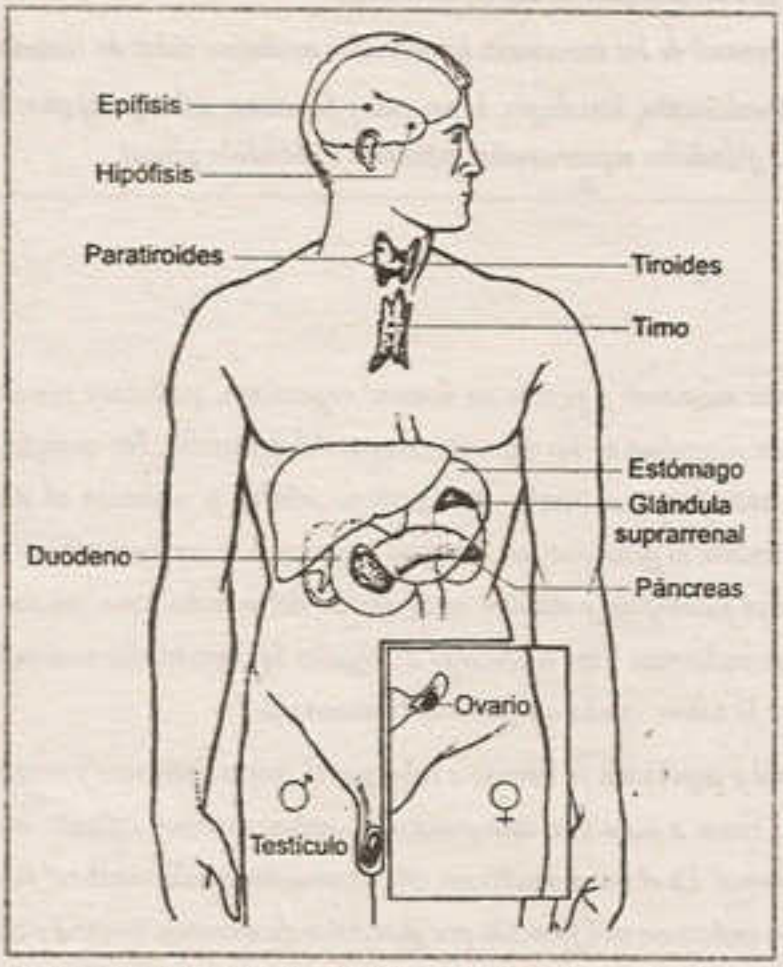
SISTEMA ENDOCRINO

1 Definición

Es un sistema formado por glándulas de secreción interna (glándulas endocrinas) y células endocrinas diseminadas en el seno de órganos o tejidos, y que tienen la capacidad de secretar a la sangre un mensajero químico llamado **hormona**.

Las glándulas endocrinas, tema de este capítulo, están ricamente vascularizadas y son las siguientes: hipófisis (pituitaria), tiroides, paratiroides, suprarrenales (adrenales) y pineal (epífisis). Además, diversos órganos contienen tejido endocrino tales como, el hipotálamo, timo, páncreas, gónadas (testículos, ovarios), riñones, estómago, hígado, intestino delgado, piel, corazón y placenta.

La función de este sistema, junto con el nervioso, es provocar cambios en los procesos fisiológicos y químicos que ayuden a **mantener la homeostasis** (equilibrio).



Situación aproximada de las glándulas endocrinas así como los diversos órganos que poseen células endocrinas.

2 LAS HORMONAS

2.1. CARACTERÍSTICAS

- Son mensajeros químicos que, por lo general, alcanzan a todas las células del organismo, mediante la circulación sanguínea.
- No crean funciones nuevas, sólo modifican las ya existentes.
- Actúan sobre órganos específicos (órgano blanco), los cuales contienen a las células blanco o células diana, la misma que presenta receptores específicos para cada hormona.
- El mecanismo de su acción depende de su naturaleza química.
- Se encuentran en la sangre en bajas concentraciones y producen potentes efectos.

2.2. HORMONAS LOCALES - HORMONAS GENERALES

A veces, las hormonas no pasan a la circulación sanguínea en concentraciones suficientes para generalizar el mensaje, por lo que su acción se limita a un grupo numeroso de células vecinas. En este caso, se dice que la hormona tiene función paracrina (por ejemplo, la histamina), por lo que se le llama **hormona local**, o **modulador local**. En otros casos, la acción hormonal afecta a la propia célula secretora, denominándose a esta acción, función autocrina (por ejemplo, interleucina-2).

Sin embargo, la mayoría de las hormonas llega a la sangre y actúa sobre las células diana distantes. En este sentido se denomina, **hormonas circulantes** o **endocrinas**. A diferencia de las hormonas locales que suelen inactivarse rápidamente, las hormonas circulantes pueden ejercer sus efectos durante algunos minutos o, a veces, varias horas después de su secreción. Con el tiempo, las hormonas circulantes se inactivan en el hígado y se eliminan por los riñones.

2.3. ESTRUCTURA QUÍMICA

Desde el punto de vista químico, se diferencian cuatro clases de hormonas: esteroideas, derivadas de aminoácidos (aminas biogénicas), péptidos y proteínas, y, eicosanoides.

2.3.1. Esteroideas

Todas son derivadas del colesterol, por lo que comparten la misma estructura básica de cuatro anillos (ciclo pentanoperhidrofenantreno). Son por lo tanto liposolubles. Comprenden a las hormonas producidas por la corteza suprarrenal (glucocorticoides y mineralocorticoides, principalmente), ovarios (estrógenos y progesterona), testículos (testosterona). También se incluye a la vitamina D.

2.3.2. Derivadas de aminoácidos

Estructuralmente, estas hormonas son las más sencillas. Son hidrosolubles y algunas se sintetizan a partir de la modificación del aminoácido tirosina y comprende a las segregadas por el tiroides (T3 y T4) y dos catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), segregadas por la medula suprarrenal. La histamina se sintetiza a partir del aminoácido histidina (en mastocitos y plaquetas). La serotonina y melatonina derivan del triptófano.

2.3.3. Péptidos y proteínas

Comprende a todas las hormonas hipofisiarias e hipotalámicas (hormonas liberadoras e inhibidoras) y son hormonas hidrosolubles. Estas hormonas están constituidas por cadenas de aminoácidos, desde 3 a unos 200. Son péptidos, (ocho o menos aminoácidos), las hormonas almacenadas en la neurohipófisis (antidiurética y oxitocina). La mayoría de las hormonas de la adenohipófisis son proteínas. Sin embargo, algunas hormonas proteicas se unen a carbohidratos, por lo que se llaman glucoproteínas y comprenden a la hormona estimulante del tiroides (TSH), folículo estimulante (FSH) y luteotropa (LH).

También son hormonas proteicas las hormonas pancreáticas (insulina, glucagón), la parathormona (PTH), la calcitonina y las hormonas digestivas.

2.3.4. Eicosanoides

Son mediadores químicos que derivan de un ácido graso de 20 átomos de carbono (eikosi:veinte), denominado ácido araquidónico. Los dos tipos principales son las prostaglandinas y los leucotrienos, y son importantes hormonas locales, pero también pueden actuar como hormonas circulantes.

2.4. LOS RECEPTORES HORMONALES

Una hormona, una vez descargada hacia la sangre, llega a la vecindad de sus células blanco y se fija primero en sus receptores específicos localizados sobre la superficie de esas células o en el interior de éstas. La combinación de hormona y receptor suele iniciar, a continuación, una cascada de reacciones en la célula. Los receptores son proteínas muy grandes en la que cada célula puede tener de 200 a 100 000. La unión hormona-receptor (H-R), además de ser específica es reversible y dependiente de la concentración plasmática de la hormona, y el número de receptores celulares.

Los receptores de ciertas hormonas (proteicas y peptídicas) se encuentran sobre la superficie celular de la célula blanco, en tanto que los otros receptores se localizan en el citoplasma, por ejemplo: las hormonas tiroideas y esteroideas se fijan a su receptor citoplasmático.

2.5. LA REGULACIÓN HORMONAL

Una vez que la hormona activa una célula, se genera una señal inhibidora hacia la glándula endocrina, conocida como **retroalimentación negativa** o **Feed back negativo**, que es un mecanismo de control de la secreción hormonal. Casi todas las hormonas están sometidas a este mecanismo de control. Sin embargo, existe también otro mecanismo, la **retroalimentación positiva**: cuando una hormona activa a la célula blanco, se descarga una señal que viaja hasta la glándula endocrina para estimular el incremento de la secreción hormonal.

Por lo tanto, se afirma que el control de las glándulas endocrinas conserva la homeostasis mediante el mecanismo de retroalimentación. Un ejemplo típico sobre este mecanismo lo constituye el eje hipotálamo-hipófisis-glándulas periféricas, en el que hormonas producidas por estas últimas establecen una retroalimentación sobre las estructuras del eje neuroendocrino.

Es necesario indicar, por otra parte, que además de estos sistemas de control, la secreción hormonal ocurre de forma rítmica. Así los patrones de secreción para las distintas hormonas son variables y se relacionan con fenómenos de naturaleza cíclica como son el día y la noche, sueño y vigilia, estaciones del año.

2.6. EL MECANISMO DE ACCIÓN HORMONAL

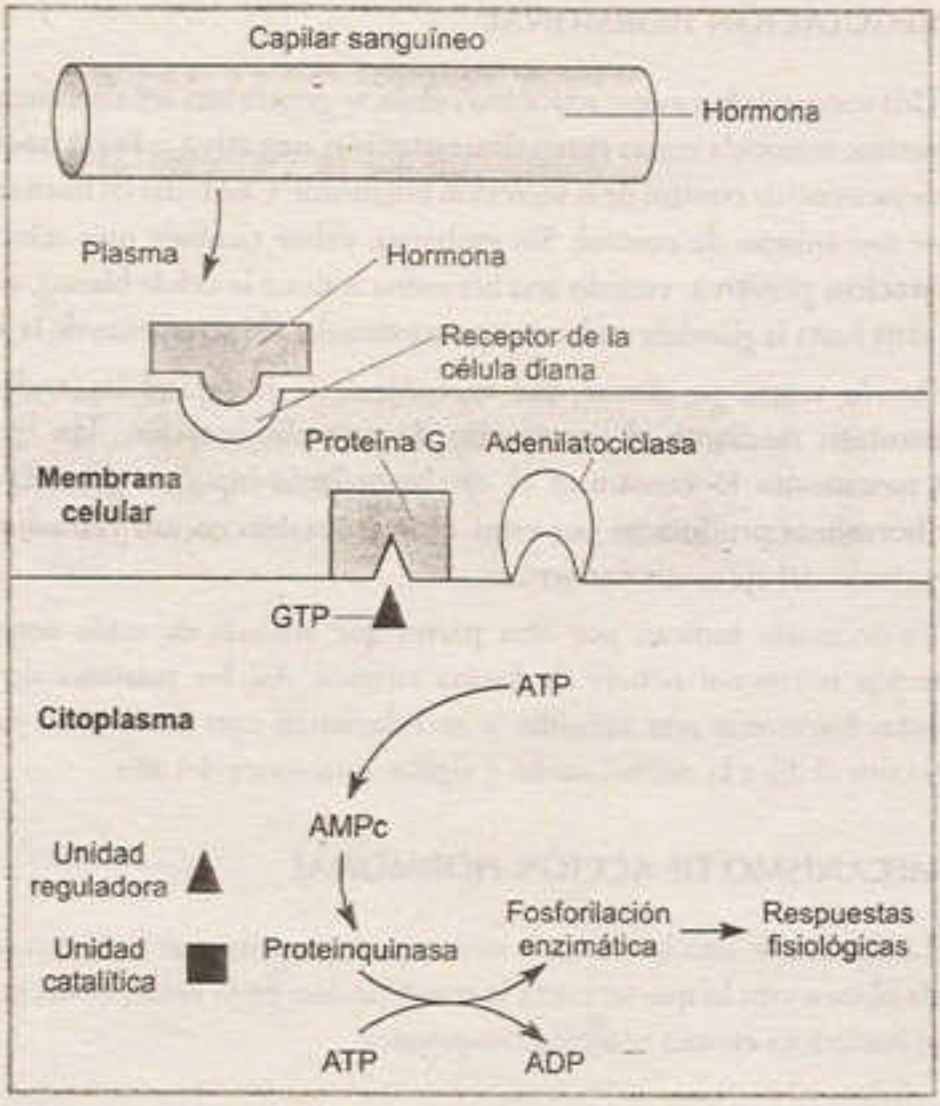
La fijación de una hormona a su receptor permite que se comunique un mensaje a la célula blanco con lo que se inicia la transducción de la señal, es decir, la conversión de la señal iniciadora en una reacción bioquímica.

2.6.1. Activación de receptores de membrana

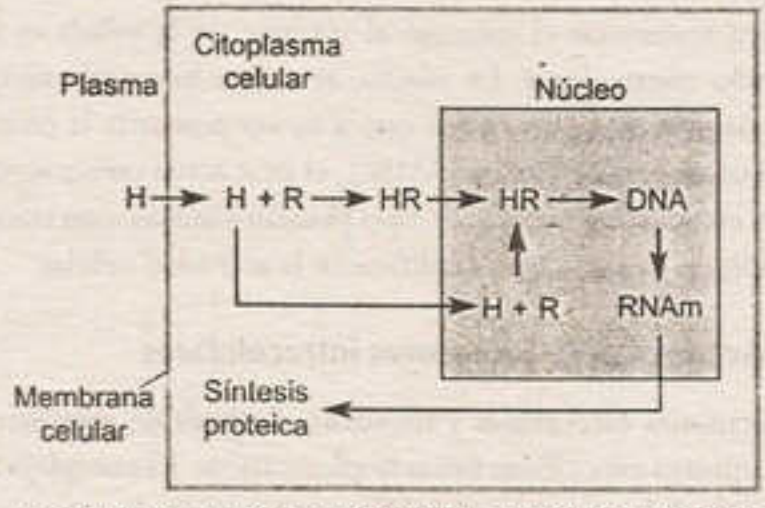
Las hormonas hidrosolubles, al circular por la sangre, llegan a la célula diana y le transmiten el mensaje específico. A esta hormona se le llama también **primer mensajero**. Luego, para transmitir el mensaje al interior de la célula es necesaria la presencia de un **segundo mensajero**. En efecto, la unión hormona receptor activa una proteína de membrana, la adenilatociclasa que a su vez aumenta la concentración intracelular de adenosina monofosfato cíclico (AMPc), el cual actúa como segundo mensajero. El AMPc activa a las enzimas específicas de tipo protein-cinasas, con cuya ayuda se va a producir la fosforilación de enzimas que modificarán la actividad celular.

2.6.2. Activación de receptores intracelulares

Las hormonas esteroideas y tiroideas, después de atravesar la membrana celular, se ligan a receptores específicos intracitoplasmáticos. El complejo hormona-receptor (H-R) penetra en el núcleo y se une al ADN para modificar la expresión genética, esto es, activa o desactiva (rara vez) genes específicos del ADN nuclear, traduciéndose finalmente en la síntesis de determinadas proteínas en el citosol.



Esquema que representa el mecanismo de acción de las hormonas hidrosolubles (catecolaminas, péptidos y proteínas): Obsérvese la participación de la proteína G, entrelazando los receptores de la superficie externa de la membrana con el adenilatociclasa de la superficie interna, originando así el segundo mensajero (AMPc).



Mecanismo de acción de las hormonas esteroideas y tiroideas: Obsérvese la formación complejo receptor-hormona que penetra al núcleo, donde conforme se transcribe el ADN, se forma un nuevo ARNm que saldrá al cito-plasma para dirigir la síntesis de proteínas.

3 El hipotálamo

Es una estructura nerviosa, situada en la base del diencéfalo, que contribuye a formar las paredes inferiores y laterales del tercer ventrículo.

Existen conexiones neuronales (axones) entre el hipotálamo y el lóbulo posterior de la glándula hipófisis y conexiones vasculares entre dicha estructura nerviosa y el lóbulo anterior. Asimismo, el hipotálamo presenta conexiones con el sistema límbico, los núcleos del segmento mesencefálico, la protuberancia y el bulbo raquídeo.

El hipotálamo funciona como un centro integrador que coordina tanto funciones autonómicas, como endocrinas; esta doble función lo realiza gracias a su organización y a la compleja red de interconexiones que posee con el resto de las estructuras del SNC, así como a través de los niveles circulantes de hormonas periféricas.

La característica esencial de esta zona nerviosa ,desde el punto de vista endocrino, es que señales nerviosas procedentes de diversos lugares del organismo pueden convertirse en señales hormonales que, a través de la hipófisis, generalizan el mensaje.

3.1. HORMONAS HIPOTALÁMICAS

Son aquellas que se producen en las neuronas de los núcleos de esta estructura nerviosa y que, de una forma u otra, van a llegar a la hipófisis con la que está en íntimo contacto. Se pueden distinguir dos tipos de hormonas hipotalámicas :

- Las que se producen en el hipotálamo, pero que van a emigrar, a través de largas prolongaciones nerviosas, hasta la hipófisis (neurohipófisis), donde se almacenarán. En este grupo se encuentran, la vasopresina y la oxitocina. Estas se segregan junto a unas sustancias con las que se combinan (neurofisinas), emigrando como sustancias de neurosecreción por los axones neuronales, hasta depositarse en la neurohipófisis.
- Las que producidas en el hipotálamo, a través de la sangre (sistema portal hipofisiario), llegarán a la adenohipófisis, donde actuarán sobre células específicas de la misma. Son las llamadas hormonas hipotalámicas hipofisotróficas, las cuales son liberadoras (estimulantes) e inhibidoras de la producción hormonal hipofisiaria (adenohipófisis). Dentro de este grupo tenemos:

3.1.1 Hormonas hipotalámicas liberadoras

- **Hormona liberadora de tirotropina (TRH)**. Es un tripéptido que cuando alcanza la hipófisis actúa sobre las células adenohipofisiarias productoras de tirotropina (TSH) y prolactina.

- **Hormona liberadora de la hormona luteinizante (LHRH)**. Llamada también, hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), es un decapéptido que cuando alcanza la hipófisis, actúa sobre las células adenohipofisiarias productoras de hormona luteinizante (LH) y foliculoestimulante (FSH).
- **Hormona liberadora de la hormona del crecimiento (GHRH)**. Formada por 44 aminoácidos, cuando alcanza la adenohipófisis estimula a las células productoras de somatotropina u hormona del crecimiento (GH).
- **Hormona liberadora de corticotropina (CRH)**. Formada por 41 aminoácidos, cuando alcanza la adenohipófisis estimula la producción de la adrenocorticotropina (ACTH).

3.1.2. Hormonas hipotalámicas inhibidoras

- **Hormona inhibidora de la hormona del crecimiento (GHIH) o somatostatina**. Formada por 14 aminoácidos, cuando alcanza la adenohipófisis inhibe la producción de la hormona del crecimiento (GH); además, inhibe la secreción de insulina y glucagón (hormonas producidas en el páncreas endocrino).
- **Hormona inhibidora de la prolactina (PIH)**. El principal factor es la dopamina, cuando alcanza la adenohipófisis inhibe la producción de prolactina. El GABA[1] y la somatostatina, también inhiben la secreción de prolactina por la hipófisis.

3.1.3. Hormona antidiurética (ADH) o vasopresina

Es un nonapéptido producido fundamentalmente por los núcleos supraópticos del hipotálamo. Se almacena en el lóbulo posterior de la hipófisis, unida a un péptido denominado neurofisina II, hasta que recibe el estímulo necesario para su secreción.

A. Acciones fisiológicas:

- **Acción antidiurética**: La principal acción que se conoce de esta hormona consiste en evitar la pérdida de líquidos a través del riñón. Cuando la ADH alcanza por vía sanguínea los tubos colectores de los nefrones, se va a unir a receptores específicos localizados en las células tubulares. La unión hormona receptor activa una serie de moléculas que traen como consecuencia un aumento de la permeabilidad de la membrana (al agua fundamentalmente), evitando de esta forma su pérdida por la orina; de ahí su efecto antidiurético.

[1] "Significa ácido gamma-aminobutírico, el cual es el principal mediador inhibidor en el cerebro, donde es el transmisor en un 20% de las sinapsis del SNC. Existe como gamma-aminobutirato en los líquidos corporales, y se forma por la descarboxilación del glutamato a través de la enzima glutamato descarboxilasa, la cual se encuentra en las terminaciones nerviosas de muchas partes del cerebro". *Fisiología médica*. Ganong. Pág. 122

- **Acción vasoconstrictora**: Con ADH a concentraciones elevadas, se produce vasoconstrición de las arteriolas, que aumentan la resistencia periférica, lo que conlleva a una elevación de la presión arterial. Por esta acción también se le denomina vasopresina.

B. Regulación de su secreción

En el hipotálamo, existen unas neuronas modificadas, denominadas osmorreceptores, capaces de registrar cambios en la osmolalidad del líquido extracelular. Así, cuando aumenta la concentración de sustancias disueltas en dicho líquido, bien por hemorragia, deshidratación o elevadas pérdidas de líquidos de nuestro organismo, se produce la salida de líquido de los osmorreceptores, que se arrugan y disminuyen de volumen. Esto actúa como un estímulo para el envío de señales de tipo nervioso al núcleo supraóptico, que responde con un aumento en la secreción de ADH, que alcanzará rápidamente los riñones por vía sanguínea y se comenzará a reabsorber agua, para intentar diluir los líquidos extracelulares hasta normalizar, si es posible, las concentraciones del espacio extracelular. En resumen, la secreción de ADH, es directamente proporcional al grado de osmolalidad plasmática; es decir a mayor osmolalidad, mayor secreción de ADH, y viceversa.

3.1.4. Oxitocina

Es un nonapéptido producido principalmente en los núcleos paraventriculares del hipotálamo. Se almacena en el lóbulo posterior de la hipófisis, unida a un péptido denominado neurofisina I[2]; de aquí pasará a la sangre, donde ejercerá su acción, ante la llegada de un estímulo adecuado.

A. Acciones fisiológicas:

- **Sobre el útero grávido**: Al final de la gestación favorece el proceso del parto, estimulando la contracción de las fibras musculares lisas que forman parte del miometrio uterino.
- **Sobre las mamas**: Desempeña una importante función durante la lactancia favoreciendo la eyección de la leche. Esto lo hace realizando la contracción de las células mioepiteliales que rodean los acinos y conductos mamarios.

B. Regulación de su secreción:

Los estímulos para la secreción de oxitocina se localizan en el pezón, el cuello uterino y quizás también en la vagina y los genitales externos. Los estrógenos, durante el proceso

[2] "Estas neurofisinas inicialmente se pensó que eran polipéptidos captadores o de conexión, pero en la actualidad parece que son simplemente partes de moléculas precursoras.Es decir que, forman parte de las prohormonas producidas en los núcleos hipotalámicos productores de vasopresina y oxitocina". *Fisiología médica* Ganong. Pag. 270.

de gestación, van poco a poco aumentando los receptores específicos para la oxitocina, tanto en la pared de las células miometriales como en las células mioepiteliales.

La dilatación de la pared uterina y la succión del pezón son los dos estímulos más importantes que promueven la liberación de oxitocina a nivel hipofisiario.

En la mujer no embarazada, el efecto de la oxitocina sobre el útero y las mamas va a ser mínimo.

4 La hipófisis

Es una glándula endocrina que produce diferentes hormonas, las cuales regulan el crecimiento, la reproducción, y asimismo a otras hormonas, controlando de este modo el metabolismo celular.

Se ubica por debajo del hipotálamo, con el que está unido mediante un tallo o pedículo. La hipófisis descansa sobre la fosa hipofisiaria, que es una depresión ósea ubicada en la silla turca del hueso esfenoides. Se encuentra separada de las estructuras nerviosas por una delgada lámina de meninge (la tienda de la hipófisis), que es atravesada por el tallo o pedículo.

La hipófisis mide 1 cm × 1,5 cm, tiene un espesor de 0,5 cm y pesa cerca de 0,5 gramos en varones y 1,5 gramos en las mujeres multíparas.

La hipófisis cuenta con dos divisiones que se desarrollan a partir de dos orígenes embriológicos diferentes: La adenohipófisis o hipófisis anterior (85%), se desarrolla a partir de una evaginación del ectodermo que reviste la cavidad oral primitiva o estomodeo, a esta evaginación se le denomina la bolsa de Rathke. La neurohipófisis o hipófisis posterior (15%) se desarrolla a partir del ectodermo neuronal del piso del tercer ventrículo. De esta manera, tanto la adenohipófisis como la neurohipófisis se unen y se encapsulan en un solo órgano, y como cada división tiene un origen embrionario diferente; también los constituyentes celulares y las funciones serán diferentes.

La adenohipófisis está compuesta por tres derivados de la bolsa de Rathke:

1. **La pars distalis**: Representa la mayor parte de la adenohipófisis y se origina a partir de la pared anterior de la bolsa de Rathke.
2. **La pars intermedia**: Es un delgado residuo de la pared posterior de la bolsa de Rathke, termina en el infundíbulo.
3. **La pars tuberalis**: Se desarrolla a partir de la paredes laterales de la bolsa de Rathke; forman un collar alrededor del infundíbulo y la pars intermedia.

La neurohipófisis esta formada por tres derivados del neuro ectodermo:

1. **La pars nervosa**: Representa la mayor parte de la neurohipófisis y contiene las terminaciones nerviosas neurosecretoras.
2. **El infundíbulo**: Contiene los axones de los nervios neurosecretores. El infundíbulo es continuación del hipotálamo.

3. **La eminencia media**: Es una continuación del infundíbulo y se une al hipotálamo.

Interpuestos entre los lóbulos anterior y posterior, se encuentran los residuos de la bolsa de Rathke (células epiteliales) que rodean un coloide amorfo y reciben el nombre de cavidades quísticas.

Sistema porta-hipotálamo-hipofisiario

Las arterias hipofisiarias anteriores dan origen a un plexo capilar primario (capilares fenestrados), estos capilares drenan en las venas porta y dan origen a los plexos capilares secundarios.

El sistema porta-hipotálamo-hipofisiario transporta las secreciones de los nervios hipotalámicos directamente a la hipófisis anterior (pars distal). La mayor parte de la sangre de la hipófisis drena al seno venoso cavernoso, ubicado en la base del diencéfalo y después va a la circulación sistémica.

Pero existen evidencias de que la sangre pueda fluir a través de pequeñas venas porta, desde la pars distalis hacia la pars nervosa y de que la sangre de la pars nervosa puede fluir hacia el hipotálamo. Por medio de estas vías cortas puede haber retroalimentación directa de las hormonas de la adenohipófisis al hipotálamo, sin necesitar el circuito completo de la circulación sistémica.

4.1. ADENOHIPÓFISIS

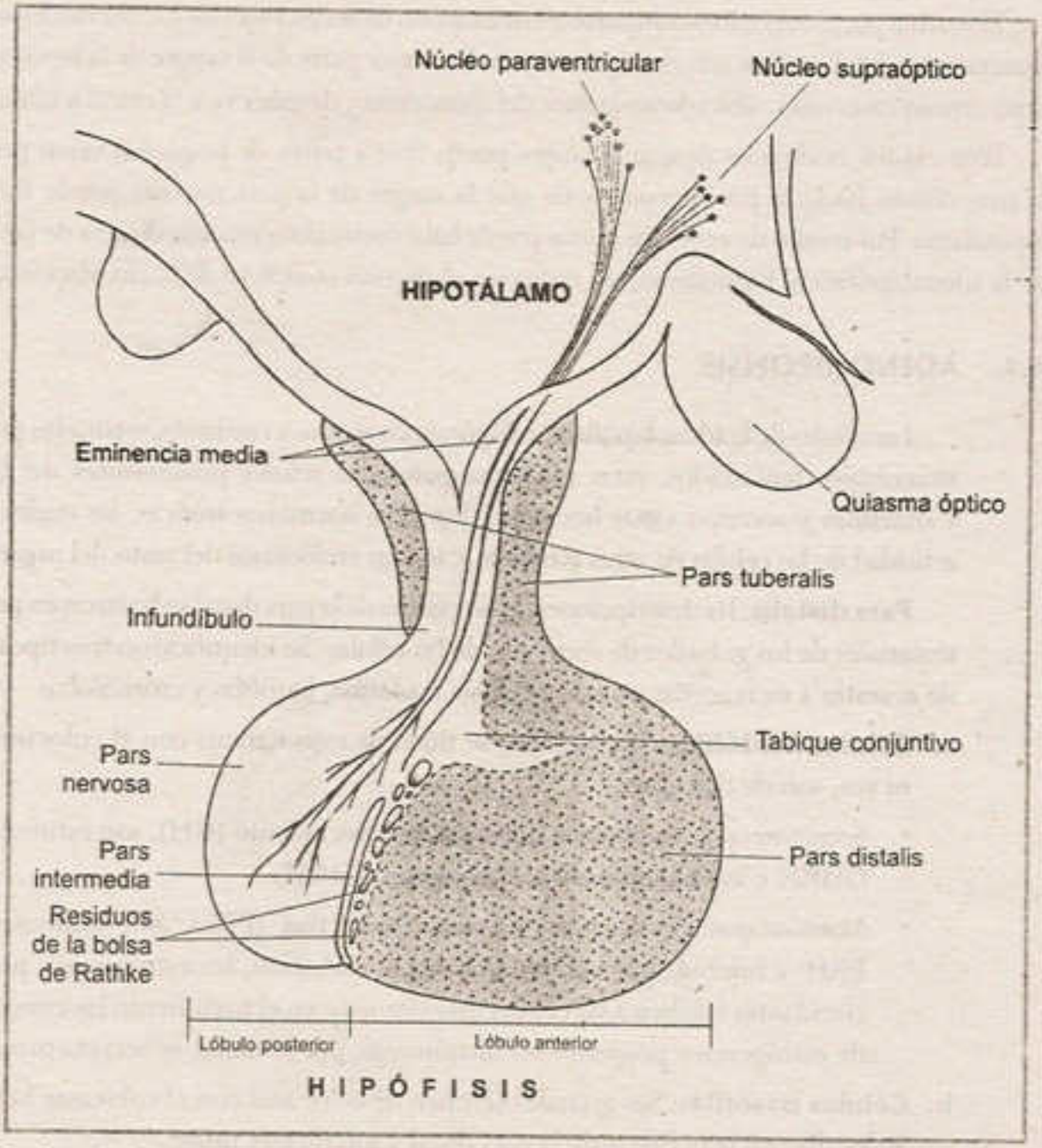
Las células de la adenohipófisis se disponen en grupos y cordones, separados por capilares sinusoidales fenestrados, estas células responden a señales provenientes del hipotálamo y sintetizan y secretan varias hormonas llamadas hormonas tróficas, las cuales regulan la actividad de las células de otras glándulas y tejidos endocrinos del resto del organismo.

Pars distalis: las descripciones de las células de la pars distal se basaron en propiedades tintoriales de los gránulos de secreción de las células. Se identificaron tres tipos de células de acuerdo a su reacción tintorial: células acidófilas, basófilas y cromófobas.

a. **Células acidófilas**: Sus gránulos se tiñen de rojo-naranja con el colorante eosina, a su vez, son de dos tipos:
   - Somatótropas: Secretan la hormona del crecimiento (GH), son estimuladas por la GHRH e inhibidas por la somatostatina (GHIH).
   - Mamótropas: Secretan la hormona prolactina (PRL), son estimuladas por la PRH e inhibida por la PIH. Durante el embarazo, los estrógenos y progesterona circulantes inhiben a las células mamótropas; en el nacimiento las concentraciones de estrógenos y progesterona disminuyen, por lo tanto, se secreta prolactina.

b. **Células basófilas**: Sus gránulos se tiñen de color azul con el colorante hematoxilina. Se localiza en la periferia de la pars distal y son de tres tipos:
   - Corticótropas: Secretan la hormona adrenocorticotrópica (ACTH). Son estimuladas por la CRH.

- Gonadótropas: Secretan la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH); a la hormona luteinizante se le llama también hormona estimulante de las células intersticiales (ICSH), porque estimula la producción de las hormonas esteroideas en las células intersticiales de Leydig del testículo. Son estimuladas por la GnRH.
- Tirótropas: Secretan la hormona estimulante de la tiroides (TSH). Son estimuladas por la TRH.



Regiones de la Hipófisis y su relación con el Hipotálamo: Obsérvese la vía nerviosa que comunica el hipotálamo con la hipófisis posterior (neurohipófisis), ello no sucede con la hipófisis anterior, donde la comunicación se da mas bien por el sistema de vasos sanguíneos llamado sistema porta-hipotálamo-hipofisiario.

c. **Células cromófobas**: Sus gránulos se tiñen débilmente y, además, su citoplasma es escaso en relación con las cromófilas.

- Pars intermedia: Se encuentra entre la pars distal y la pars nervosa. Se caracteriza por poseer muchos quistes cuboideos revestidos por células que contienen coloide (quiste de Rathke) que son residuos del ectodermo de la bolsa de Rathke.

  La pars intermedia posee algunas células basófilas que sintetizan la prehormona proopiomelanocortina que se segmenta y forma la hormona estimulante del melanocito (MSH).

- Pars tuberalis: Rodea el tallo hipofisiario, excepto en la parte posterior. La pars tuberalis se encuentra muy vascularizada por el sistema porta hipofisiario, posee algunos gránulos que secretan FSH y LH, pero en menor cantidad.

4.2. NEUROHIPÓFISIS

Los axones amielínicos de las células neurosecretoras cuyos cuerpos neuronales se encuentran en los núcleos hipotalámicos, penetran en la hipófisis posterior y forman el fascículo hipotálamo-hipofisiario.

Como sabemos, los núcleos hipotalámicos sintetizan las hormonas vasopresina y la oxitocina, también producen una proteína llamada neurofisina que fija a cada una de estas hormonas conforme viajan a lo largo de los axones hacia la neurohipófisis, donde estas hormonas son almacenadas.

Pars nervosa

Recibe las terminaciones finales de los axones del fascículo hipotálamo-hipofisiario; estos axones encuentran sostén en unas células llamadas Pituicitos (ocupan el 25% de la pars nervosa).

Las tinciones especiales demuestran que los axones tienen numerosos ensanchamientos de color azul negruzco, a estos ensanchamientos se les llamó cuerpos de Herring, que en realidad son gránulos de secreción que contienen a las hormonas antidiurética y oxitocina que fueron sintetizadas por los núcleos supraóptico y paraventricular.

Los cuerpos de Herring se aprecian a lo largo de los axones y en sus terminaciones. El contenido de estos gránulos se descarga hacia el espacio perivascular como respuesta a la estimulación nerviosa

4.3. HORMONAS SECRETADAS POR LA ADENOHIPÓFISIS

4.3.1. La hormona del crecimiento (Somatotrofina, GH)

Es la hormona más abundante de la adenohipófisis y la única que realiza una acción directa sobre todo el organismo.

A. Mecanismo de acción

Al salir a la sangre se une débilmente a proteínas plasmáticas y pasa rápidamente a los tejidos. Cuando llega al hígado estimula la producción de unas pequeñas proteínas denominadas somatomedinas. Estas somatomedinas, especialmente somatomedina C, se unen a receptores específicos en el hígado, músculo, adipocitos, placenta, condrocitos, etc., desencadenando las acciones fisiológicas de la GH.

B. Acciones fisiológicas:

- A nivel óseo, su efecto es más significativo permitiendo el crecimiento longitudinal de los huesos durante la infancia y adolescencia. En el adulto ayuda a mantener el tamaño muscular y óseo, y favorece la reparación tisular.
- Estimula el anabolismo proteico facilitando el ingreso de aminoácidos a las células y su uso para la síntesis de proteínas. De esta manera produce crecimiento y multiplicación celular.
- Estimula el catabolismo de las grasas, haciendo que se utilicen los ácidos grasos como elemento principal para la formación de energía, sobre todo en períodos de ayuno.
- Reduce la utilización de glucosa al estimular la conversión de glucógeno en glucosa y aumentar la secreción de insulina por los islotes pancreáticos. Por lo tanto, su efecto neto es ahorrar glucosa y ser hiperglicemiante.
- Junto con la insulina y hormonas sexuales aumenta la masa muscular.
- Tiene también otros efectos, como aumentar el tamaño de las vísceras, el grosor de la piel y junto con la parathormona favorece los depósitos de calcio en los huesos.

C. Regulación de la secreción de GH

La secreción de GH está controlada, al menos, por dos hormonas hipotalámicas:

- Hormona liberadora de GH (GHRH).
- Hormona inhibidora de la GH (GHIH) o somatostatina.

El estímulo principal para la liberación de ambas hormonas es el nivel de glucosa sanguínea. En hipoglicemia (disminución de glucosa en la sangre), se estimula la secreción de GHRH que aumenta la secreción de GH y junto con la somatomedina aumentan la glicemia. La hiperglicemia (aumento de glucosa en la sangre) estimula la secreción de GHIH por el hipotálamo que a su vez inhibe la liberación de GH, disminuyendo la glucosa sanguínea.

D. Alteraciones en la secreción de GH:

a. **Hipersecreción de GH**: La alteración dependerá de la etapa de desarrollo en que se encuentre la persona. Puede ser:

- Gigantismo: Es la hipersecreción de GH durante la infancia. Esto ocurre debido a un aumento anormal de la longitud de los huesos largos, dando como resultado que la persona sea muy alta, pero las proporciones corporales no son totalmente normales.
- Acromegalia: Hipersecreción de GH durante la vida adulta. Se caracteriza por el crecimiento en grosor del hueso y no en longitud, debido al cierre de la placa epifisiaria. Por lo tanto, aumenta el grosor de las manos, pies, pómulos y mandíbula. Asimismo, crecen otros tejidos como párpados, lengua, nariz, aparece arrugas en la frente y planta de los pies.

b. Hiposecreción de GH: Durante la infancia, la hiposecreción continua de GH causa un crecimiento lento óseo dando como resultado el enanismo hipofisiario[3]. También hay un crecimiento insuficiente de los otros órganos y tejidos por lo que el enano hipofisiario es como un niño en muchos aspectos.

4.3.2. Prolactina (PRL; mamotropina; hormona lactogénica)

En la mujer actúa como tercera gonadotrofina manteniendo el trofismo y persistencia del cuerpo lúteo. Así su efecto más importante es el de favorecer el desarrollo mamario iniciando y manteniendo la producción de leche en las glándulas mamarias, previamente preparadas por la acción de los estrógenos.

Su acción en el varón no es bien conocida, aunque al parecer estimula la zona reticular de la corteza suprarrenal favoreciendo la producción de andrógenos.

Control de la secreción de prolactina: Está controlada principalmente por la hormona inhibidora de la prolactina (PIH) o dopamina, que inhibe la producción de prolactina por la adenohipófisis.

Es probable la existencia de una hormona liberadora de prolactina que estimule la producción de prolactina durante el embarazo. Pero el estímulo más importante y potente para aumentar la secreción de PRL y disminuir la PIH es la succión del pezón.

4.3.3. Hormona estimulante de la tiroides o tirotropina (TSH)

Mantiene el desarrollo y trofismo de la glándula tiroides, estimulando la síntesis y secreción de dos hormonas tiroideas: la triyodotironina (T3) y la tetrayodotironina (T4) o tiroxina.

La secreción de TSH está controlada por la hormona liberadora de tirotrofina (TRH) hipotalámica. La liberación de TRH depende de los niveles plasmáticos de TSH, T3, glucosa e índice metabólico del organismo.

---

[3] "El paciente se caracteriza por ser un enano bien proporcionado, es decir que se afecta por igual el crecimiento en anchura y longitud, a diferencia de lo que sucede en los enanos condrodistróficos que se caracterizan por tener un tronco normal en longitud pero con extremidades cortas, debido al deficiente crecimiento del cartílago epifisiario; el enanismo hipofisiario en contraste es proporcionado. *Anatomía*. Lippert. Pág.32 y 488.

4.3.4. Hormona adrenocorticotropica (ACTH, Corticotrofina)

Constituye junto con la somatotrofina y tirotrofina el conjunto de las denominadas hormonas metabólicas. Se produce a partir de la descomposición de la molécula proteica proopiomelanocortina (POMC). La ACTH controla la producción y secreción de la corteza suprarrenal de las denominadas hormonas glucocorticoides, en especial de la liberación de cortisol.

La hormona hipotalámica, llamada hormona liberadora de corticotrofina (CRH), estimula la secreción de ACTH por las células corticotrofas. Los estímulos relacionados con el estrés, tales como la hipoglicemia, traumatismo físico y una sustancia producida por los macrófagos denominada interleucina 1 (IL-1), estimulan la liberación de ACTH.

4.3.5. Hormona foliculoestimulante (FSH)

Estimula la maduración folicular y la ovogénesis en la mujer. También estimula la secreción de estrógenos en las células foliculares. En el varón estimula la producción de espermatozoides por los testículos (espermatogénesis).

4.3.6. Hormona luteinizante (LH)

Junto a la FSH estimula la secreción de estrógenos por las células ováricas y produce la liberación del ovocito secundario por el ovario (ovulación). También estimula la formación del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona.

En el varón, la LH estimula el desarrollo de las células intersticiales de los testículos (células de Leydig) y la secreción por parte de estas de grandes cantidades de testosterona. Por ello, la LH en el varón recibe el nombre de hormona estimulante de las células intersticiales (ICSH). La secreción de FSH y LH está controlada por la GnRH.

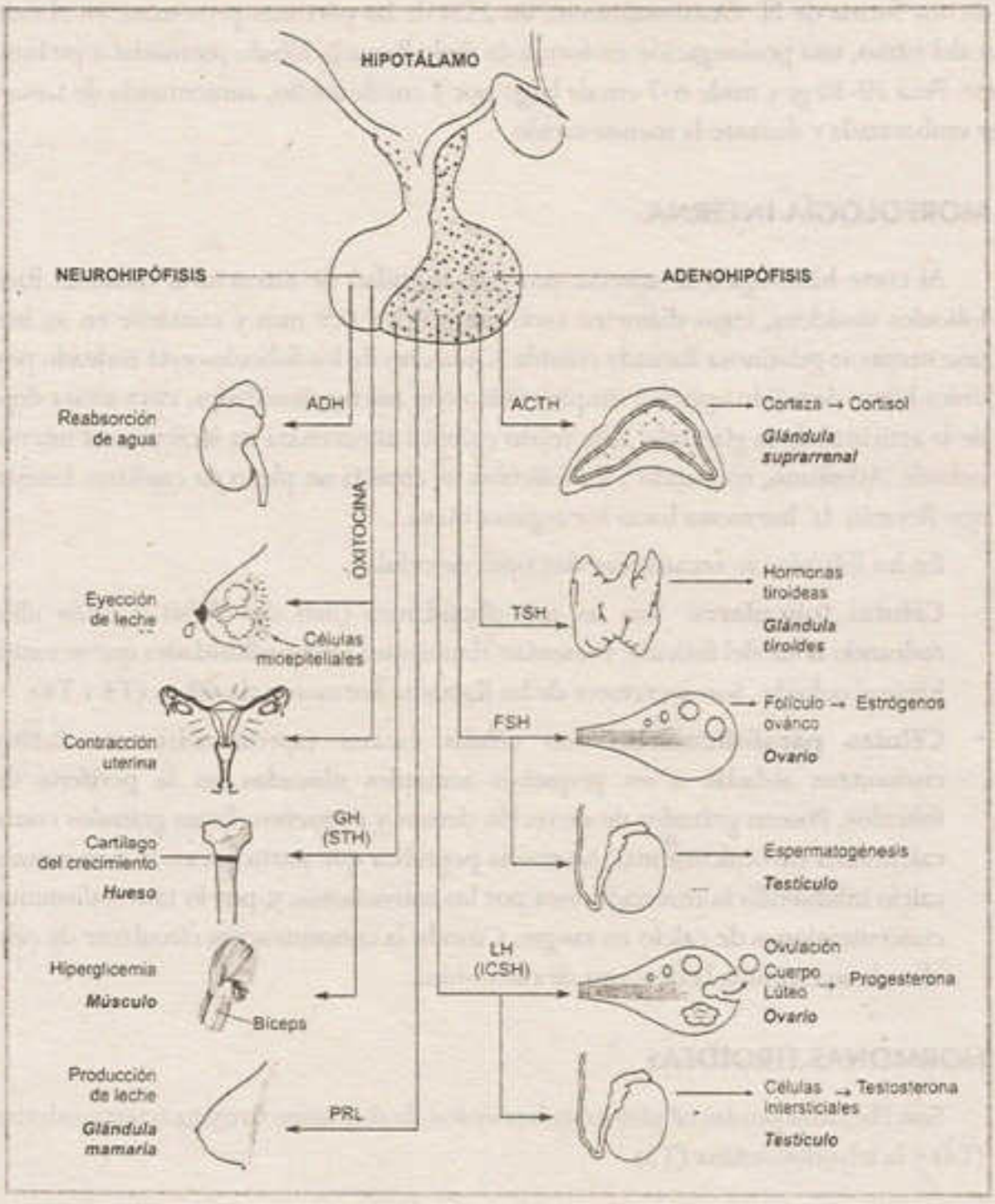
4.3.7. Hormona estimulante de los melanocitos (MSH).

En ciertos animales es secretada por la pars intermedia, pero en el hombre por ser esta muy rudimentaria, es producida por las mismas células que segregan ACTH. Se produce a partir de la descomposición de la proteína POMC.

Aumenta la pigmentación de la piel de los anfibios al estimular la dispersión de los gránulos de melanina de los melanocitos. No se conoce su papel en el ser humano; sin embargo, la administración continua de MSH origina un oscurecimiento de la piel, y en ausencia de MSH la piel puede ser pálida.

La secreción de MSH está regulada por dos hormonas hipotalámicas:

- Hormona liberadora de MSH (MRH), que estimula la liberación de MSH.
- Hormona inhibidora de MSH (MIH), que suprime la liberación de MSH.



Esquema que representa la acción de las hormonas hipofisiarias sobre los órganos diana. Obsérvese las funciones generales de los órganos blancos por influencia de las hormonas hipofisiarias.

5 La glándula tiroides

Es una glándula mediana, impar, situada en la parte media del tercio inferior del cuello, por delante de la laringe y a los costados de la parte superior de la tráquea. Está constituida por dos lóbulos ubicados a ambos lados de la tráquea, unidos en su parte inferior por un istmo, lo

que le da una forma de H. Ocasionalmente, un 25% de las personas presentan, en el extremo superior del istmo, una prolongación en forma de dedo llamado lóbulo piramidal o pirámide de Lalouette. Pesa 20-30 gr y mide 6-7 cm de largo por 3 cm de ancho, aumentando de tamaño en la mujer embarazada y durante la menstruación.

5.1. MORFOLOGÍA INTERNA

Al corte histológico se aprecia una gran cantidad de estructuras ovoideas llamadas folículos tiroideos, cuyo diámetro varía entre 0,2 y 0,9 mm y contiene en su interior una sustancia gelatinosa llamada coloide. Cada uno de los folículos está rodeado por una única hilera de tejido epitelial simple cúbico con microvellosidades, cuya altura depende de la actividad de la glándula. Este tejido epitelial almacenará su secreción al interior del coloide. Asimismo, rodeando a los folículos, se aprecia un plexo de capilares fenestrados que llevarán la hormona hacia los órganos diana.

En los folículos se encuentran dos tipos de celulas:

- **Células foliculares**: Son las más abundantes (más del 99%) y están ubicadas rodeando la luz del folículo. Presentan abundantes microvellosidades que se extienden hacia el coloide. Son secretores de las llamadas hormonas tiroideas (T3 y T4).
- **Células parafoliculares**: Son células escasas (aproximadamente 0,1%), se encuentran aisladas o en pequeños acumulos ubicados en la periferia de los folículos. Poseen gránulos de secreción densos y pequeños. Estos gránulos contienen calcitonina (tirocalcitonina), hormona peptídica que participa en la homeostasis del calcio inhibiendo la resorción ósea por los osteoclastos, y, por lo tanto, disminuye las concentraciones de calcio en sangre. Cuando la concentración circulante de calcio es elevada se estimula la descarga de calcitonina.

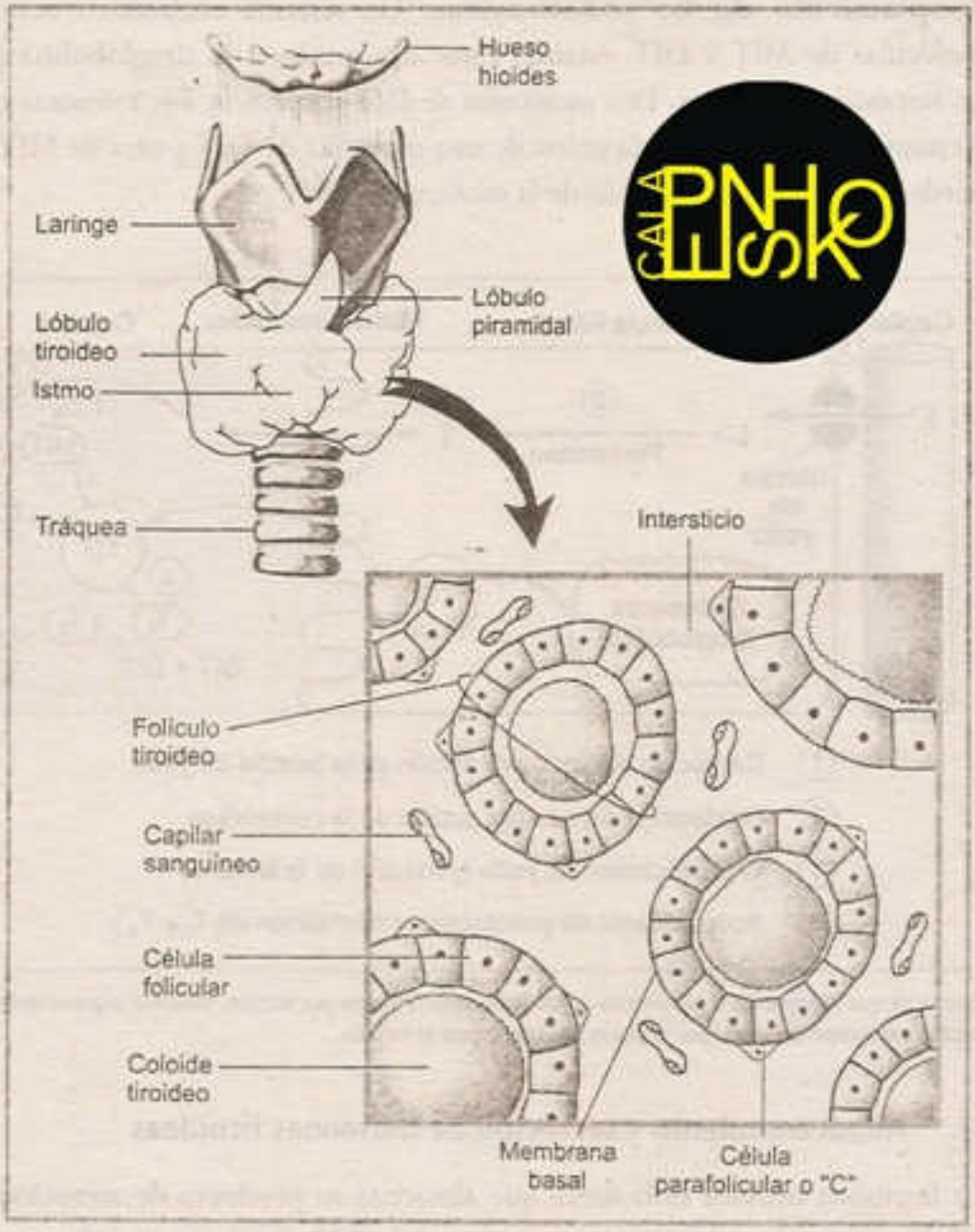
5.2. HORMONAS TIROIDEAS

Son liberadas por las células foliculares y son de dos tipos: tiroxina o tetrayodotironina (T4) y la triyodotironina (T3).

5.2.1. Biosíntesis de las hormonas tiroideas

La biosíntesis requiere de la síntesis de tiroglobulina[4] y de la acumulación y activación del yoduro, porque la yodación de la tiroglobulina va a permitir formar las hormonas tiroideas. Este proceso pasa por diferentes etapas:

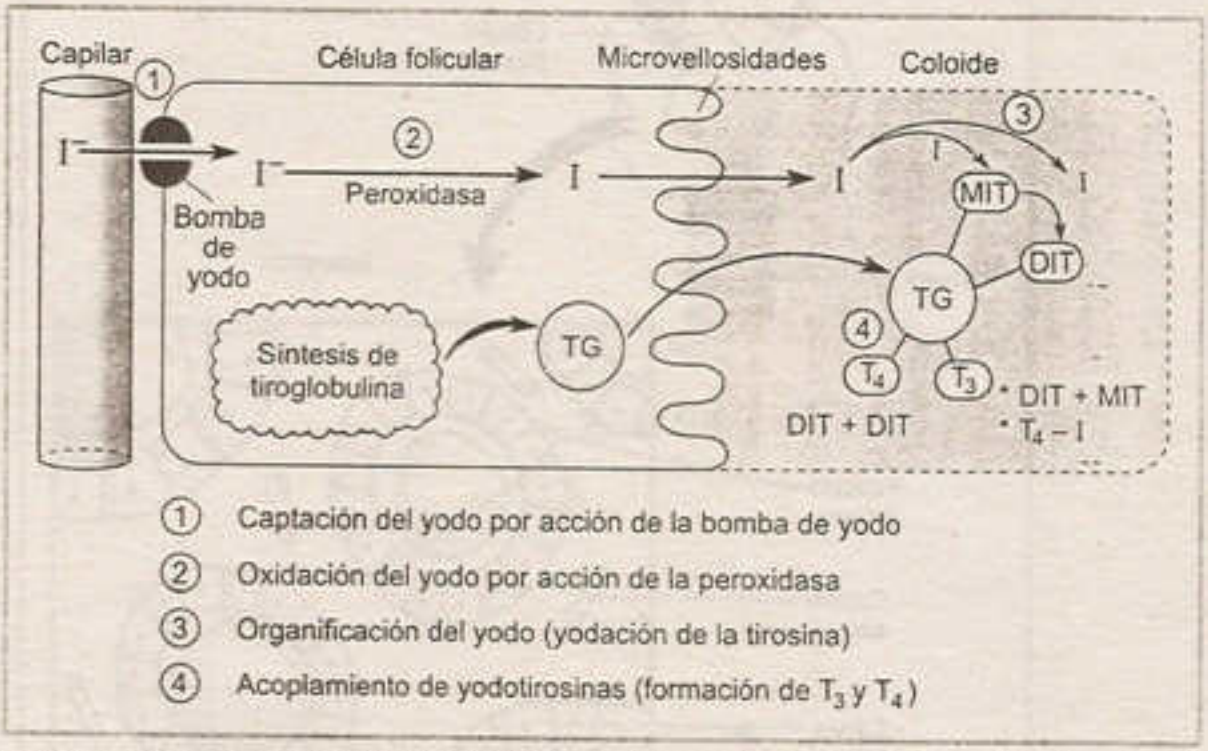
[4] "Es una glucoproteína constituida por dos subunidades con un peso molecular de 660,000. Contiene 10% de carbohidratos. Tiene además 123 residuos de tirosina, pero sólo 4 a 8 de ellos se incorporan a las hormonas tiroideas. La tiroglobulina se sintetiza así en las células tiroideas y se secreta hacia el interior del coloide. Las hormonas permanecen unidas a la tiroglobulina hasta el momento en que se secretan". *Fisiología médica*. Ganong. William. Pág.357.



Morfología e histología de la glándula tiroides en el que se observa varios folículos tiroideos que contienen a su vez la tiroglobulina

- **Captación del yodo**: Las células foliculares deben captar el yoduro de los capilares. Este proceso se da por transporte activo, gracias a la bomba de yodo.
- **Oxidación del yoduro (I^-)**: El yoduro captado por las células foliculares debe ser oxidado para ser capaz de unirse con el aminoácido tirosina, presente en la molécula de tiroglobulina. Esta oxidación se da gracias a la enzima peroxidasa.
- **Organificación del yodo**: Las moléculas de tirosina se encuentran ligadas a la gran molécula de tiroglobulina y la yodación de esta tirosina forma como producto inicial la monoyodotirosina (MIT); si se agrega un átomo de yodo, se forma la diyodotirosina (DIT).

- **Acoplamiento de las yodotirosinas**: Un sistema enzimático actúa sobre las moléculas de MIT y DIT, estando estas aún unidas a la tiroglobulina para formar las hormonas tiroideas. Dos moléculas de DIT forman la T4; mientras que la T3 se formaría ya sea mediante la unión de una molécula de DIT y otra de MIT, o bien por pérdida de un átomo de yodo de la molécula de T4.



Esquema que representa la biosíntesis de las hormonas tiroideas por etapas, desde el ingreso del yoduro, desde el capilar sanguíneo pasando por la célula folicular, hasta el coloide.

5.2.2. Almacenamiento y secreción de hormonas tiroideas

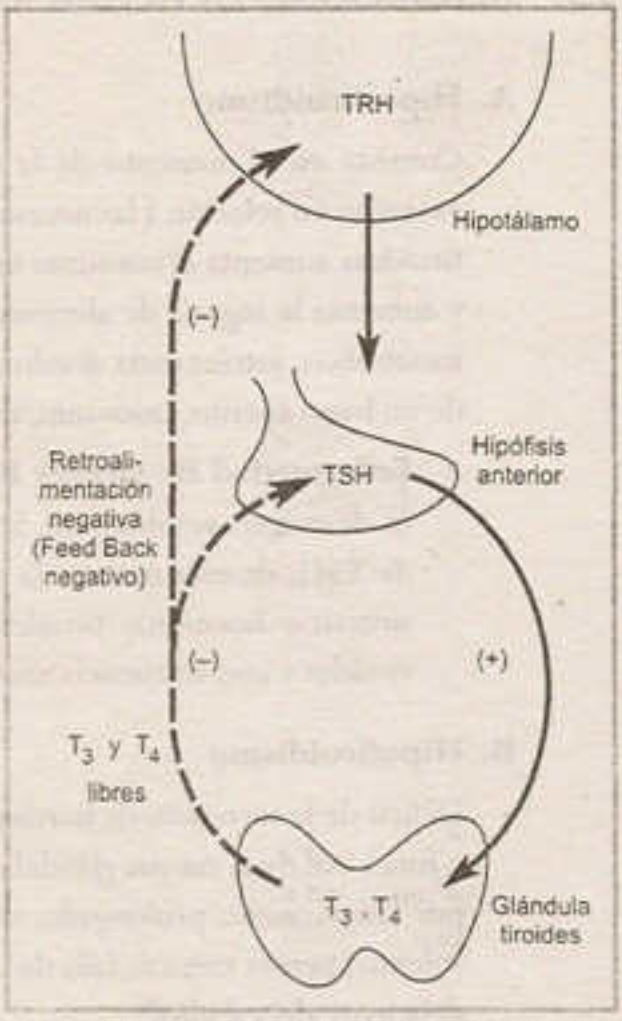
La hormona tiroidea es la única que almacena su producto de secreción en grandes cantidades, normalmente para un suministro de 100 días, aún cuando no se produzca síntesis durante ese tiempo. La tiroxina (T4) y la triyodotironina (T3) se almacenan en unión peptídica dentro de la molécula de tiroglobulina en la luz del folículo tiroideo (coloide).

La tiroglobulina no pasa de los folículos tiroideos a la circulación, sino son captadas del coloide hacia la célula folicular mediante pinocitosis y estas se fusionan con lisosomas intracelulares. Dentro de estas vesículas se produce la digestión proteolítica con liberación de hormonas tiroideas. Gracias a su liposolubilidad T3 y T4 atraviesan fácilmente la membrana y llega a la sangre. El resto de constituyentes son reutilizados.

5.2.3. Acción de las hormonas tiroideas.

- Aumentan el consumo de oxígeno y en consecuencia del metabolismo basal. Se estimula la utilización de oxígeno celular para la formación de ATP.

- Promueven la maduración y diferenciación de diversos tejidos: cerebro, centros epifisiarios de osificación, etc.
- Estimulan al sistema nervioso central produciendo mayor irritabilidad y conductividad.
- Junto con la hormona del crecimiento e insulina aceleran el crecimiento corporal.
- Permite la termorregulación y aumento de la temperatura corporal por el efecto calorígeno.
- Estimulan las fases del metabolismo de los carbohidratos con mayor captación de glucosa por las células, aumenta la glucólisis y gluconeogénesis, mayor absorción digestiva y aumento de la secreción de insulina.
- Son anabolizantes proteicos, pero su exceso activa el catabolismo proteico.
- Aumenta la síntesis de colesterol y su excreción por la bilis, disminuye la reserva corporal de grasa.



Eje Hipotálamo-Hipófisis-Glándula tiroides. Obsérvese la regulación de la secreción de las hormonas tiroideas por mecanismos de retroalimentación negativa.

- Aumenta la frecuencia cardiaca, fuerza de contracción, volemia y el gasto cardiaco.

5.2.4. Control de la secreción de hormonas tiroideas

La actividad secretora y el tamaño de la glándula tiroides están controlados de dos formas:

A. Nivel de yodo en la glándula tiroides

Aunque el yodo es necesario para la síntesis de hormonas tiroideas, la concentración demasiado elevada en la glándula tiroides inhibe la liberación de hormonas tiroideas.

B. Retroalimentación negativa (eje-hipotálamo-hipófisis-tiroides)

El funcionamiento normal de la glándula tiroidea requiere el estímulo de la TSH. Los niveles plasmáticos bajos de hormonas tiroideas estimulan la secreción de TRH por el hipotálamo y de TSH por la adenohipófisis. Asimismo, la TRH también estimula la secreción de TSH por la adenohipófisis que estimulará la biosíntesis, almacenamiento y liberación de hormonas tiroideas por la glándula tiroides.

5.3. ALTERACIONES EN LA FUNCIÓN TIROIDEA

A. Hipertiroidismo

Consiste en el aumento de la secreción de las hormonas tiroideas en cantidades excesivas en relación a las necesidades del organismo. La hipersecreción de hormonas tiroideas aumenta el consumo de oxígeno de las células, eleva la producción de calor y aumenta la ingesta de alimentos. Los síntomas habituales son: aumento del índice metabólico, intolerancia al calor, aumento de la sudoración, pérdida de peso a pesar de un buen apetito, insomnio, temblor de dedos en extensión y nerviosismo.

- **Enfermedad de Graves Basedow**: Forma más frecuente de hipertiroidismo, es de origen autoinmune. Se produce anticuerpos estimulantes para el receptor de TSH, de esta manera la glándula tiroides es estimulada constantemente para sintetizar hormonas tiroideas; el signo principal es el aumento de la glándula tiroides y con frecuencia exoftalmos.

B. Hipotiroidismo

Déficit de la secreción de hormonas tiroideas producida por una alteración orgánica o funcional de la misma glándula o por déficit de estimulación de TSH. Se caracteriza por fatiga, sueño prolongado, disminución de frecuencia cardiaca, gasto cardiaco y volemia, pereza mental, falla de las funciones corporales, estreñimiento y crecimiento deficiente del cabello.

- **Cretinismo**: Forma extrema de hipotiroidismo, durante la vida fetal y la infancia, que se caracteriza por desmedro (enanismo por crecimiento y maduración deficiente del esqueleto) y presentan un grave retraso mental a causa de la ausencia de glándulas tiroides de manera congénita.
- **Mixedema**: Forma grave de hipotiroidismo en la vida adulta caracterizada por la formación de bolsas de piel por debajo de los párpados inferiores y cara tumefacta a causa de edema subcutáneo inelástico.

C. Bocio

Aumento del tamaño de la glándula tiroides que puede provocar o no síntomas de hiper o hipotiroidismo.

- **Bocio simple**: Crecimiento de la glándula tiroides por insuficiente secreción de hormonas tiroideas, generalmente, por falta de yodo en la dieta, que estimula la secreción de TSH lo que lleva a un aumento de la glándula tiroides. No hay síntomas de hiper o hipotiroidismo.

6 LA GLÁNDULA PARATIROIDES

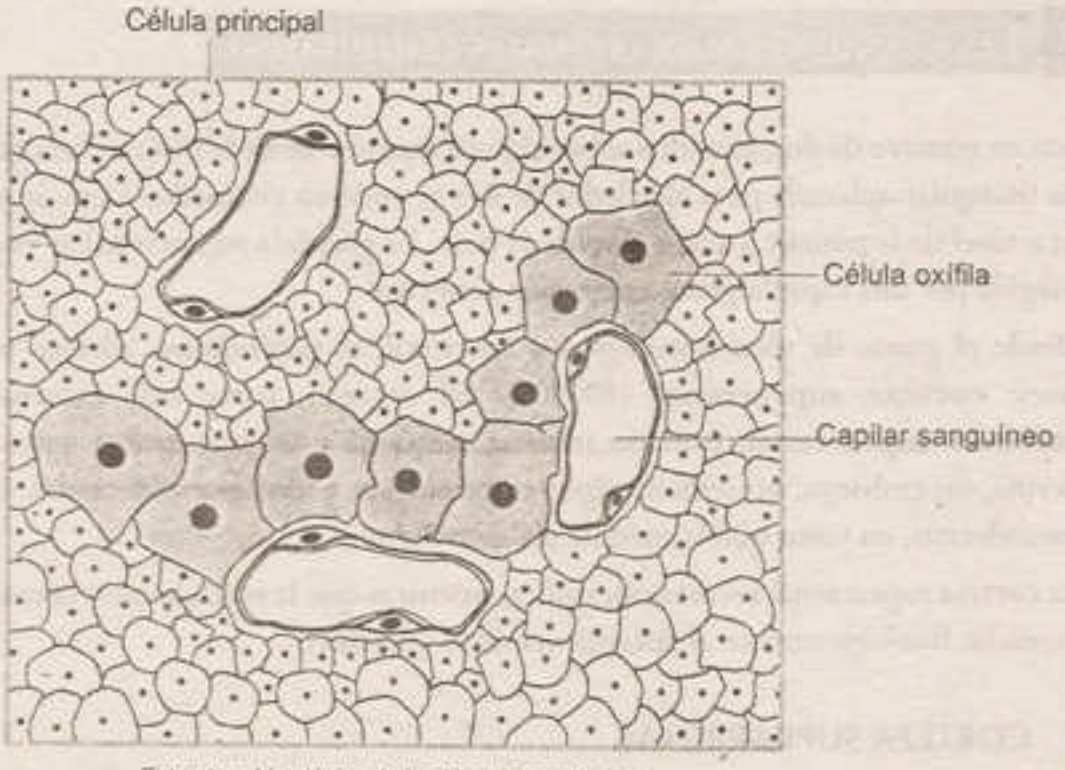
Son pequeñas glándulas endocrinas, localizadas en la superficie posterior de la glándula tiroides, fijadas a cada polo (superior e inferior) de los lóbulos derecho e izquierdo de la glándula tiroides. Tienen forma ovalada, un diámetro mayor de 6-7 mm, 5 mm de ancho, y unos 2 mm de espesor; cada una pesa 20-50 mg (habitualmente el ser humano presenta cuatro glándulas).

twitter.com/calapenshko

6.1. MORFOLOGÍA INTERNA

Al microscopio las glándulas paratiroides presentan dos tipos de células epiteliales:

- **Células principales**, son las más abundantes y las responsables de la secreción de la hormona paratiroidea (PTH) o parathormona.
- **Células oxífilas**, representan una porción minoritaria. Se desconoce su función, aunque se han documentado que son células principales degeneradas.



Estructura histológica de la glándula paratiroides

6.2. ACCIÓN FISIOLÓGICA DE LA PTH:

La acción fisiológica fundamental de la PTH es controlar la homeostasis del calcio, a través de su acción directa sobre el hueso y riñón, e indirecta en el intestino. La PTH evita la hipocalcemia y regula continuamente las tasas de calcio en el líquido extracelular.

- **Sobre el hueso**, la PTH aumenta el número y la actividad de los osteoclastos (células destructoras de hueso). El resultado es un incremento de la destrucción de la matriz ósea (resorción ósea), que libera calcio y fosfatos a la sangre.
- **Sobre el riñón**, la PTH favorece la reabsorción renal de calcio y magnesio de la orina en formación y los devuelve a la sangre. La PTH inhibe la reabsorción de fosfatos de los túbulos renales a la sangre de manera que la cantidad excretada es mayor. Esta acción es producida, fundamentalmente, en el túbulo proximal. Por otro lado, la PTH estimula en las mitocondrias de las celulas túbulo proximales la actividad de una enzima que cataliza la formación de 1,25-dihidroxivitamina D, metabolito derivado de la vitamina D, biológicamente más activo.
- **Sobre el intestino**, la PTH no actúa de forma directa en el intestino. Sin embargo, al estimular la síntesis renal de 1,25 dihidroxivitamina D, por los túbulos renales, favorecería indirectamente la absorción intestinal de calcio y fosfato.

Respecto al nivel plasmático de calcio, la PTH y la calcitonina son antagonistas, es decir, tienen acciones opuestas.

7 LAS GLÁNDULAS SUPRARRENALES (adrenales)

Son en número de dos, situados sobre el polo superior de cada riñón. Cada glándula tiene una forma triangular-aplanada pesa alrededor de 8,5 g, mide en promedio 1 cm de espesor, 2 cm de ancho a nivel de la punta y 5 cm a nivel de la base. La glándula suprarrenal se encuentra rodeada y protegida por una cápsula gruesa de tejido conectivo.

Desde el punto de vista histológico y funcional, el parénquima adrenal se divide en dos regiones: **corteza suprarrenal** (80-90% del órgano), parte más externa y amarillenta, y la **médula suprarrenal**, porción interna, pequeña y oscura. Ambas zonas tienen función endocrina, sin embargo, presentan origen embriológico y funciones diferentes. La corteza deriva del mesodermo, en tanto que la médula del ectodermo.

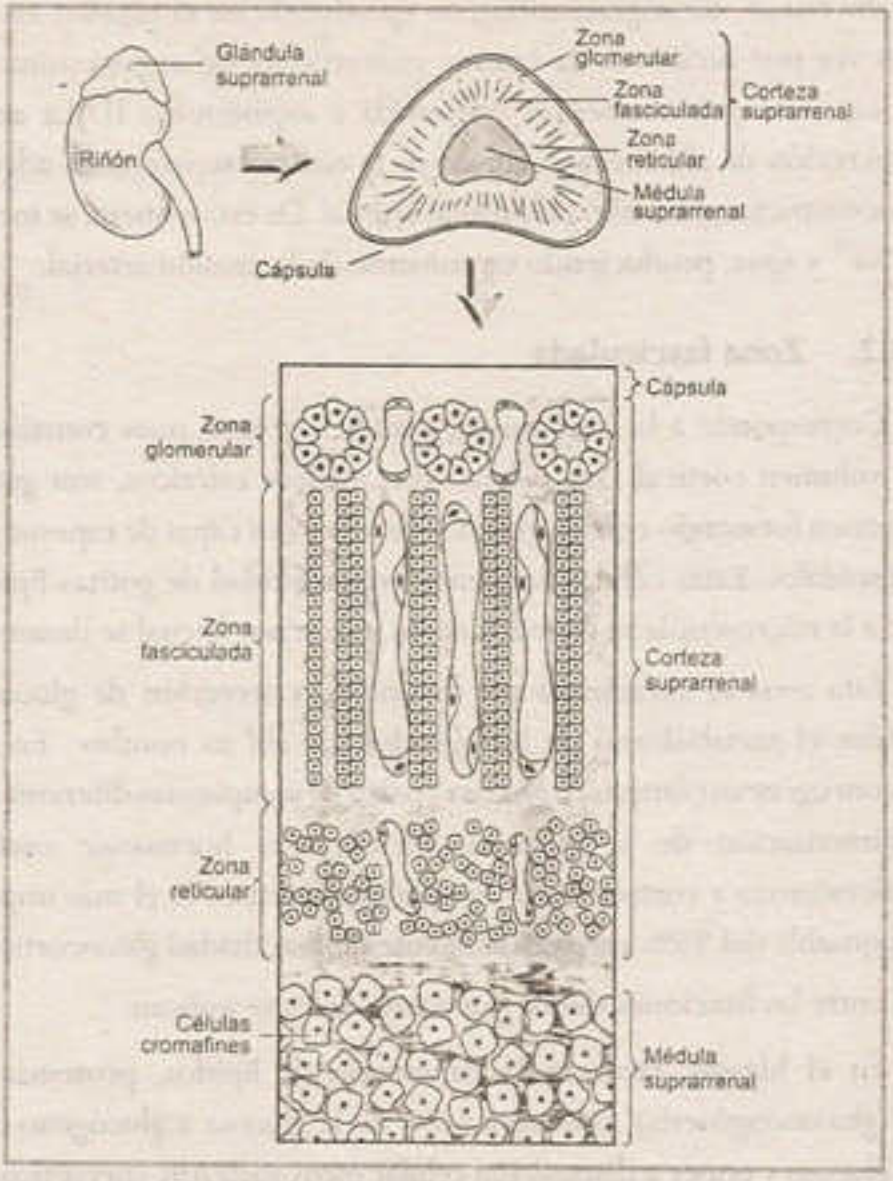
La corteza suprarrenal secreta esteroides, mientras que la médula secreta catecolaminas, más relacionadas fisiológicamente al sistema nervioso simpático.

7.1. CORTEZA SUPRARRENAL

Histológicamente, se subdivide en tres zonas concéntricas, que desde la cápsula hacia dentro se distinguen en : zona glomerular, zona fasciculada y zona reticular.

7.1.1. Zona glomerular

Es la más externa y constituye el 15 % del volumen cortical. Está compuesta por células cilíndricas o piramidales con núcleos esféricos, y se disponen formando acúmulos irregulares.



Estructura histológica de las glándulas suprarrenales

Se caracteriza por la síntesis y secreción de mineralocorticoides, cuya función principal es regular la composición electrolítica de los líquidos corporales en relación a la homeostasis del sodio y el potasio en el equilibrio hídrico. **La aldosterona**, es la principal de estas hormonas, la cual tiene como célula diana a los túbulos colectores de la nefrona. Además, también actúa sobre la mucosa gástrica, glándulas salivales y sudoríparas, estimulando la retención de sodio y agua, y la excreción renal de potasio. Cabe indicar que la reabsorción de sodio produce al mismo tiempo, reabsorción de cloro y bicarbonato, excreción de hidrógeno en la orina, evitando así la acidosis (acidemia).

La secreción y liberación de la aldosterona (tiene el 95% de la actividad de los mineralocorticoides) es controlada principalmente por retroalimentación mediante el Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona; así por ejemplo, ante la presencia de una hipovolemia o hiponatremia por deshidratación que causa disminución de la presión arterial, se estimula a las células yuxtaglomerulares para que secreten renina. Esta cataliza

la conversión de angiotensinógeno (producido en el hígado) en angiotensina I, el cual a su vez por acción de la enzima convertidora de angiotensina (ECA), sintetizada en los capilares pulmonares, es convertida a angiotensina II. La angiotensina II estimula la secreción de aldosterona a nivel de la corteza suprarrenal, además de ser un potente vasoconstrictor, pues eleva la presión arterial. De esta manera, se incrementa la reabsorción de Na^+ y agua, produciendo un aumento de la presión arterial.

7.1.2. Zona fasciculada

Corresponde a la zona media, grande y gruesa, pues constituye alrededor del 80% del volumen cortical. Sus células, con núcleos esféricos, son grandes y poliédricas, se disponen formando cordones rectos de una o dos capas de espesor separadas por capilares sinusoidales. Estas células contienen gran cantidad de gotitas lipídicas en su citoplasma que a la microscopía se ven vacuoladas, razón por la cual se denominan espongiocitos.

Esta zona se caracteriza por la síntesis y secreción de glucocorticoides, los cuales regulan el metabolismo de los glúcidos, de ahí su nombre. En este sentido, activa la gluconeogénesis (síntesis de glucosa a partir de compuestos diferentes a ella) y la glucogénesis (polimerización de la glucosa). Incluye tres hormonas: cortisol (hidrocortisona), corticosterona y cortisona, de las cuales el cortisol es el más importante, puesto que es responsable del 95% aproximadamente de la actividad glucocorticoide.

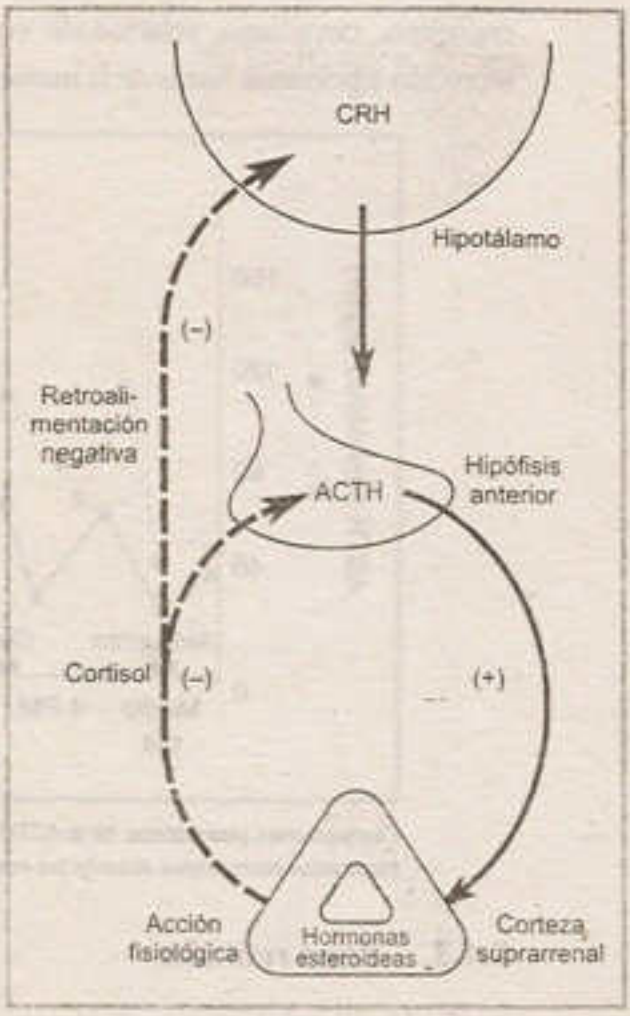
Entre las funciones de los glucocorticoides se indican:

- En el hígado, favorece la conversión de lípidos, proteínas y lactato en glucosa (gluconeogénesis), polimerización de la glucosa a glucógeno. El objetivo es ahorrar glucosa y poner a disposición celular otros sustratos energéticos tales como los ácidos grasos y aminoácidos.
- En los fibroblastos, se inhibe la síntesis de proteínas, más aún, estimula el catabolismo proteico proporcionando así los aminoácidos necesarios para la gluconeogénesis.
- En el tejido adiposo, se estimula la lipólisis, así como la oxidación de los ácidos grasos, con disminución en la utilización de glucosa.
- Junto con las catecolaminas proporcionan resistencia al estrés. La glucosa adicional es importante para producir ATP y combatir así las diversas situaciones de estrés, tales como el ayuno, miedo, grandes alturas, temperaturas extremas, infecciones, cirugía, traumatismos, enfermedades debilitantes.
- Aumentan el efecto vasoconstrictor de las arteriolas, al aumentar la sensibilidad de los vasos sanguíneos a los agentes vasoconstrictores. El efecto final es la elevación de la presión arterial.

- Son compuestos antiinflamatorios potentes puesto que inhiben aquellas células y sus secreciones que participan en las respuestas inflamatorias. En consecuencia, deprimen las respuestas inmunes y la regeneración del tejido conectivo, enlenteciendo así la cicatrización de las heridas. El efecto antiinflamatorio se debe a que hay destrucción de linfocitos en ganglios linfáticos así como, inhibición, de la mitosis en linfoblastos, y reducción en el número de mastocitos, con lo que disminuye la liberación de histamina. También se deprime la diapédesis y la fagocitosis.

  En este sentido, los corticoides son de amplio uso en el tratamiento de inflamaciones crónicas (por ejemplo: enfermedades reumáticas[5] y en pacientes que reciben trasplante de órgano.

- Estimulan la secreción de jugo gástrico (HCl), de ahí que el estrés pueda producir úlcera gastroduodenal.
- Impermeabilizan el túbulo colector renal, produciendo orina hipotónica en ausencia de ADH (hormona antidiurética).



Regulación por retroalimentación negativa de la secreción de glucocorticoides

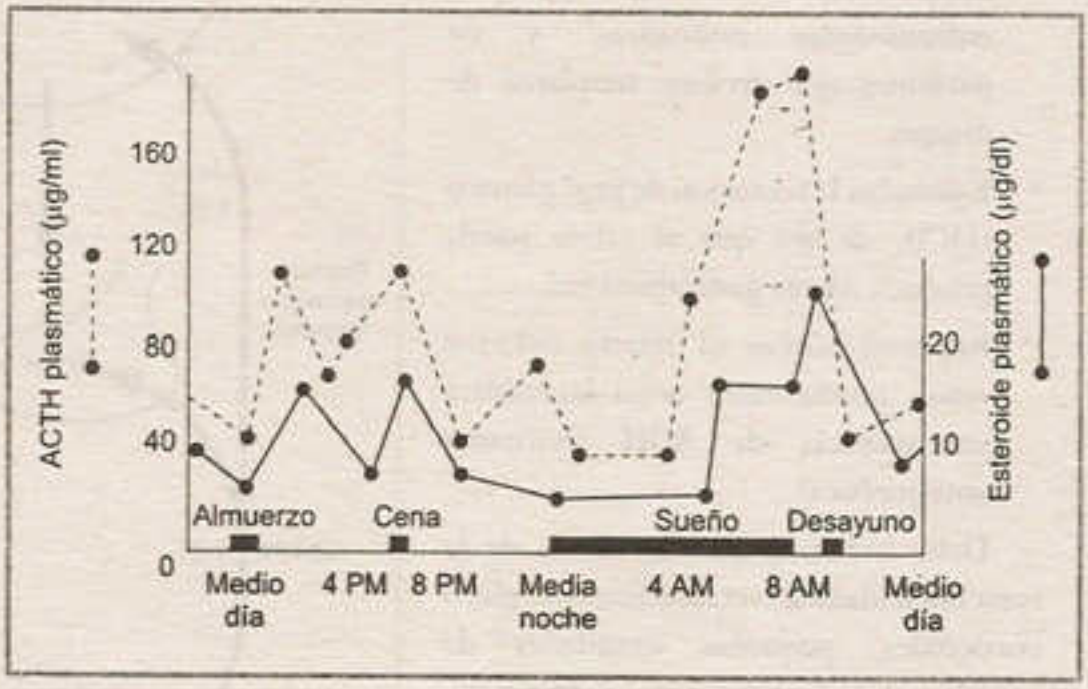
Debe indicarse que las células de la zona fasciculada secretan, además de gluco corticoides, pequeñas cantidades de gonadocorticoides (en especial andrógenos).

El control de la secreción de glucocorticoides se basa en el sistema de retroalimentación negativa, compuesta por el hipotálamo-hipófisis-suprarrenal (ver esquema), pero determinado por los niveles circulantes de cortisol. Niveles bajos de cortisol en el plasma, estimulan la secreción de CRH (hormona liberadora de corticotropina). La CRH y niveles bajos de cortisol estimulán la liberación de ACTH por la adenohipófisis. La ACTH (corticotropina) se transporta en la sangre hasta la corteza suprarrenal, donde se estimula la secreción de cortisol (glucocorticoides en general).

[5] "Es un transtorno inflamatorio sistémico crónico de causa desconocida que puede afectar muchos tejidos y órganos (piel, vasos sanguíneos, corazón, pulmones y músculo), pero que sobre todo ataca a los cartílagos articulares, por lo que se hinchan y se hacen calientes, dolorosos y rígidos tras un periodo de inactividad". *Patología estructural y funcional*. Robbins. Pág 1370 - 1374.

Ante situaciones de estrés o urgencias para el organismo se interconectan, prácticamente, todos los sistemas y aparatos del organismo mediante los aminoácidos, péptidos y esteroides del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal. En este sentido, los tres sistemas de comunicación: nervioso, endocrino y defensivo (sistema inmunológico) llevan a cabo complejas funciones con el fin de mantener la homeostasis, que se pone en riesgo ante situaciones de emergencia como miedo, peligro, ejercicio físico, etc.

Se ha determinado que la secreción de hormonas del eje suprarrenal tiene un ritmo endógeno, circadiano, relacionado con los períodos de sueño-vigilia, con un máximo de secreción a primeras horas de la mañana y un mínimo hacia la media noche respectivamente.



Fluctuaciones plasmáticas de la ACTH y de glucocorticoides durante el día (circadiano). Obsérvese los picos altos hormonales durante las mañanas y un mínimo por las noches.

7.1.3. Zona reticular

Es la zona interna y representa sólo el 5-7% del volumen cortical. Sus células se disponen en cordones anastomosantes (red) y son semejantes a los espongiocitos de la zona fasciculada, pero más pequeñas y con menos gotitas lipídicas. Sus núcleos son hipercromáticos, pues aparecen densamente agrupados.

Sintetiza y secreta pequeñas cantidades de gonadocorticoides u hormonas sexuales (andrógenos: dehidroepiandrosterona y androstenediona; y estrógenos) de acciones débiles, por lo que se aduce su poca importancia biológica, además de que en circunstancias normales la producción suprarrenal de andrógenos y estrógenos no es significativa en comparación con la producción de estos esteroides por las gónadas. En general, los andrógenos adrenales participan en el crecimiento al final de la pubertad, en el desarrollo precoz del vello axilar y púbico, tanto en los chicos como en las chicas.

Al igual que en la zona fasciculada, la zona reticular, además de secretar gonadocorticoides, también secreta pequeñas cantidades de glucocorticoides.

Esta zona se halla controlada por retroalimentación del sistema CRH-ACTH, semejante al de los glucocorticoides.

En general, las tres clases de hormonas adrenocorticales, mineralocorticoides, glucocorticoides y gonadocorticoides se sintetizan a partir del colesterol, componente principal de las lipoproteínas de baja densidad. El colesterol es captado desde la sangre y se almacena esterificado en gotitas lipídicas dentro del citoplasma de las células corticales. Cuando estas células son estimuladas, se libera el colesterol y se utiliza en la síntesis de hormonas en el retículo endoplasmico liso (REL) por acción de enzimas localizadas allí mismo en la mitocondria así, una molécula precursora puede trasladarse desde el REL hasta la mitocondria, y volver varias veces hasta que se produce la hormona final.

7.2. MÉDULA SUPRARRENAL

Corresponde a la porción central de la glándula, por lo que la corteza lo cubre totalmente. Sus células cromafines, de carácter epitelioide, son neuronas posganglionares modificadas (no tiene dendritas y axón) con función secretora. Se organizan en grupos ovoides y en cortos cordones anastomosados.

Esta constituida por dos poblaciones de células parenquimatosas: células cromafines, productoras de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) y células ganglionares simpáticas, diseminadas por todo el tejido conectivo.

La adrenalina (epinefrina) representa cerca del 80% de la secreción total de la glándula, que junto con la noradrenalina (norepinefrina) son hormonas simpaticomiméticas; es decir, que producen efectos similares al efecto simpático del sistema nervioso autónomo. Son así, responsables, en gran medida, de la respuesta de la lucha, huida o fuga, miedo, tensión interna. De igual forma, junto con los glucocorticoides permiten al organismo resistir al estrés. También controlan el gasto cardiaco, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, producen vasoconstricción, hipertensión arterial, estimula la glucogenolisis, movilizan los ácidos grasos libres desde el tejido adiposo, dilatan los vasos coronarios, etc.

El control de la secreción de la médula suprarrenal se halla regulada por el hipotálamo, mediante los nervios esplácnicos. Así bajo situaciones de estrés, el hipotálamo envía impulsos nerviosos a través de las neuronas preganglionares simpáticas, los cuales estimulan la liberación de adrenalina y noradrenalina por las células cromafines. Una hipoglicemia también estimula la secreción medular de catecolaminas.

Aplicaciones clínicas

- **Enfermedad de Addison**: Se debe a una insuficiencia adrenocortical primaria, es decir, que existe una hiposecreción de mineralocorticoides y glucocorticoides por la corteza suprarrenal.
- **Síndrome de Cushing**: Se debe a hipersecreción de glucocorticoides, caracterizado por una redistribución de la grasa, por lo que las piernas y brazos se hallan delgados debido al catabolismo de las proteínas musculares. Además, la cara toma una forma redondeada "cara de luna llena", en la espalda se observa la giba de búfalo, la cicatrización de heridas es deficiente, hay hiperglicemia, osteoporosis, hipertensión, etc.
- **Feocromocitoma**: Es un tumor de las células cromafines en la médula suprarrenal, caracterizado por una hipersecreción de las catecolaminas. En consecuencia se observa hipertensión arterial de manera persistente, entre otras acciones de la hormonas medulares de la suprarrenal.

8 El páncreas endocrino

El páncreas es una glándula exocrina y endocrina, es decir, una glándula mixta, un órgano blando y carnoso con mucho tejido conectivo. El páncreas es un órgano retroperitoneal, quiere decir que se localiza detrás del peritoneo.

8.1. MORFOLOGÍA EXTERNA

El páncreas está constituido por una cabeza, cuerpo y cola, la unión de la cabeza con el cuerpo se denomina cuello. La vena mesentérica superior y la vena esplénica se unen por detrás del cuello del páncreas formando la vena porta.

La cabeza está dentro del marco duodenal; el cuerpo y la cola se extienden hacia la izquierda cruzando la columna vertebral; el cuerpo se encuentra por debajo del tronco celíaco (rama de la aorta descendente que da origen a tres arterias: la coronaria estomáquica, la esplénica y la hepática común).

8.2. IRRIGACIÓN E INERVACIÓN

El páncreas está irrigado por las arterias pancreático-duodenales y por ramas de la arteria esplénica; las venas son más variables y acompañan a las arterias. El páncreas es inervado por fibras nerviosas de los plexos mesentéricos, celiaco y superior; las fibras

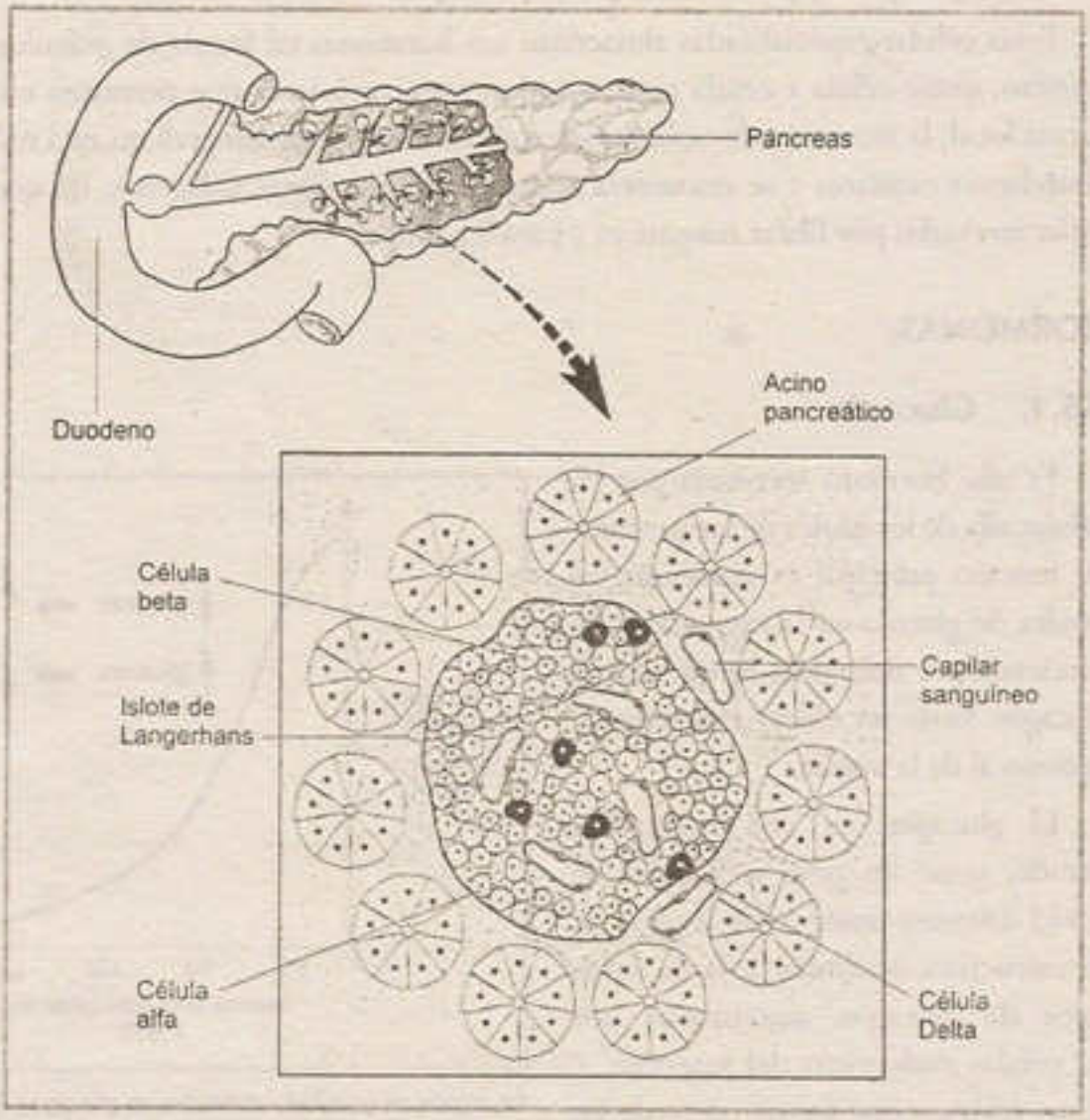
de dolor del páncreas penetran en la médula espinal a través de los nervios esplénicos. Como se verá más adelante, el páncreas se encontrará también controlado por el sistema nervioso vegetativo.

8.3. MORFOLOGÍA INTERNA

La porción exocrina está constituida por los acinos pancreáticos y tienen la función de secretar los componentes del jugo pancreático, importantes para la digestión. Representa el 99% de la masa pancreática.

La porción endocrina está constituida por los islotes de Langerhans y tienen como función secretar sus hormonas hacia la sangre. Representa el 1% del páncreas.

Entre estas hormonas tenemos: la insulina, el glucagón, la somatostatina, y el polipéptido pancreático humano (PPH).



Estructura histológica del páncreas en el que se observa un islote de Langerhans (porción endocrina), circundado por un conjunto de acinos pancreáticos (porción exocrina)

8.4. CÉLULAS ESPECIALIZADAS

El páncreas esta formado por una parte exocrina y una porción endocrina. Las células del páncreas endocrino forman los islotes de Langerhans (de 1 a 2 millones), podemos encontrar 4 tipos de celulas secretoras de hormonas:

1. **Células A (células alfa)**: Representan entre el 10 y 20% del islote, se distribuyen en forma periférica y son productores de la hormona glucagón.
2. **Células B (células beta)**: Representan entre el 60 y 70% del islote, se distribuyen en forma céntrica (en la porción central del islote) y son productoras de la hormona insulina.
3. **Células D (células delta)**: Representan entre el 10-20% del islote, se distribuyen en forma aleatoria y produciendo hormona somatostatina.
4. **Células F (células pp)**: Representan entre el 10-20% del islote, se distribuyen en forma periférica y producen el polipéptido pancreático humano (PPH).

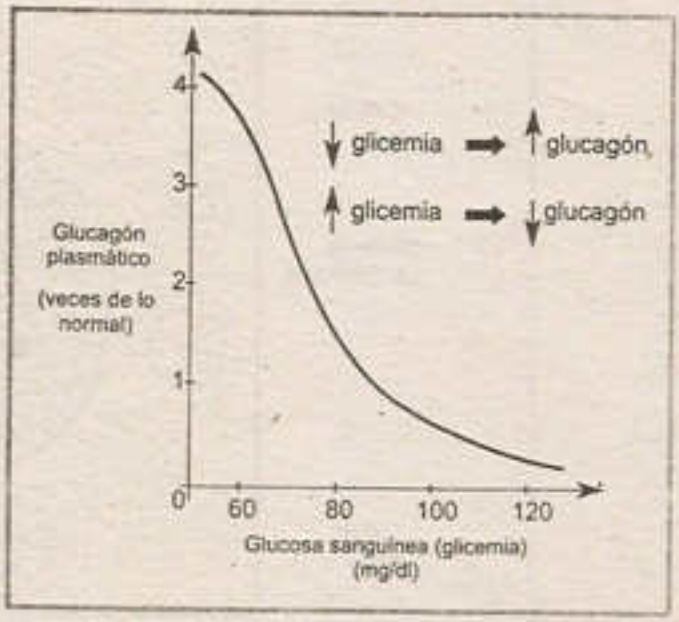
Estas células especializadas almacenan sus hormonas en forma de gránulos citoplasmáticos, entre célula y célula existen uniones intercelulares que permiten modular, en forma local, la secreción de cada tipo de célula. El islote de Langerhans está rodeado por abundantes capilares y se encuentra encapsulado por fibras colágenas, las que a su vez están inervadas por fibras simpáticas y parasimpáticas.

8.5. HORMONAS:

8.5.1. Glucagón

Es una hormona secretada por las células alfa de los islotes de Langerhans. Su función principal es aumentar los niveles de glucosa en la sangre cuando desciende por debajo de lo normal. El glucagón tiene un efecto exactamente opuesto al de la insulina.

El glucagón es un polipéptido grande, tiene un peso molécular de 3,485 daltons y posee 29 aminoácidos, su estructura es similar a la de otros tipos de glucagón sintetizados por las células endocrinas del intestino, y antro pilórico que forma parte de las hormonas intestinales.



Secreción de grandes cantidades de glucagón en la hipoglicemia. Obsérvese que ante una hipoglicemia, se produce como respuesta un aumento de la liberación de glucagón y viceversa.

El glucagón ejerce las siguientes acciones:

Tiene acción sobre el metabolismo de la glucosa de las siguientes maneras:

a. **Glucogenólisis**: Degradación del glucógeno hepático a glucosa.
b. **Gluconeogénesis**: Formación de glucosa a partir de aminoácidos y ácido láctico.

Como consecuencia de estas acciones sobre las células hepáticas, los niveles plasmáticos de glucosa se elevan, por lo tanto el glucagón es una hormona **hiperglicemiante**.

- El aumento de la glicemia inhibe la secreción de glucagón, como se verá más adelante esto ocurre en forma contraria a la insulina.
- En una hipoglicemia[6] se secretan grandes cantidades de glucagón.

8.5.2. Insulina

Es una hormona secretada por las células beta de los islotes pancreáticos. La insulina fue aislada por primera vez del páncreas en 1 922. Esta hormona ayudó a los que padecían diabetes. Mucho se relaciona a la insulina con " la sangre dulce", es verdad ya que la insulina ejerce sus efectos sobre el metabolismo de la glucosa.

Cuando existe una gran abundancia de alimentos suministradores de energía en la dieta, especialmente glúcidos y proteínas, se secreta mucha insulina. Ésta permite que estos carbohidratos en exceso se transformen en glucógeno y se almacenen en el hígado, asimismo, almacenan grasas y convierten la glucosa en grasa y los aminoácidos en proteínas.

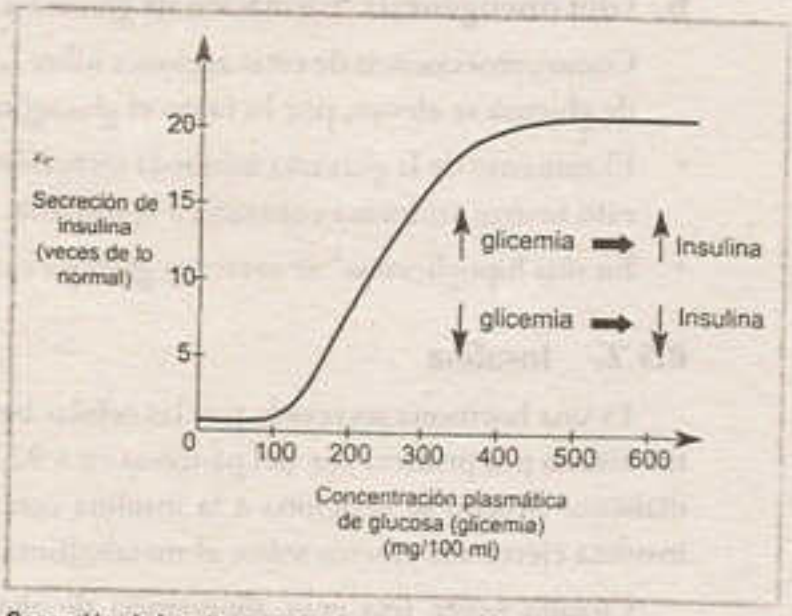
La insulina actúa de la siguiente manera:

- Se une a los receptores específicos de las células diana, volviéndolas muy permeables (80%) a la glucosa, especialmente a las células musculares y adipocitos (pero no ocurre con las neuronas del encéfalo).
- Acelera el transporte de glucosa desde la sangre hacia los tejidos, en especial de las células musculares y el hígado y en menor proporción el tejido adiposo.
- Cuando hacemos ejercicio intenso nuestros músculos necesitan de glucosa aquí entra a trabajar la insulina permitiendo que la glucosa ingrese a los miocitos.
- Después de comer (sobre todo glúcidos y aminoácidos), nuestra sangre está cargada de glucosa, aquí actúa nuevamente la insulina, favoreciendo el ingreso de la glucosa a los tejidos para su almacenamiento.
  - La insulina estimula la lipogénesis.
  - Estimula la glucogénesis.
  - Inhibe la glucogenolisis.

[6] "Es la disminución de la glucosa sanguínea por debajo de valores normales, en el cual su efecto se puede observar en el SNC, puesto que el cerebro necesita glucosa y oxígeno para su producción de energía. Así ante una disminución de la glucosa, se produce una afectación selectiva de las neuronas piramidales grandes de la corteza cerebral". *Patología estructural y funcional*. Robbins. Pág. 1470

- Inhibe la gluconeogénesis.
- Las células del encéfalo son normalmente permeables a la glucosa y pueden emplear glucosa sin la acción intermediaria de la insulina.

De lo dicho anteriormente, podemos deducir que la insulina es una hormona de almacenamiento energético (una hormona "engordadora"), su secreción es controlada principalmente por la glicemia. Cuando hay más glucosa en la sangre se secretará insulina, la cual permite que la glucosa ingrese a los tejidos, que se almacene en el hígado, músculo y tejido adiposo y, por lo tanto, el nivel de glucosa nuevamente disminuirá hasta su valor normal.



Secreción de insulina según la concentración plasmática de glucosa. Obsérvese que ante un aumento de la glicemia, en respuesta sucede un aumento de la insulina y viceversa.

8.5.3. Somatostatina

Es secretada por las células D de los islotes de Langerhans, y tiene como función inhibir la secreción de glucagón y de insulina mediante un mecanismo paracrino.

La somatostatina también inhibe a otras hormonas, como la GH, la TSH, la PTH y hormonas gastrointestinales, también inhibe las secreciones exocrinas digestivas y el vaciamiento gástrico.

El aumento del glucagón aumenta la secreción de somatostatina. Por otro lado, el sistema simpático también lo incrementa.

8.5.4. Polipéptido pancreático humano (PPH)

Secretado por las células F (Células pp) de los islotes de Langerhans, sus funciones aún no están bien establecidas, pero guardan relación con la actividad gastrointestinal y el metabolismo celular.

Si ingerimos proteínas aumenta la secreción de PPH; en cambio, si nos inyectamos aminoácidos intravenosamente, la secreción de PPH es menor.

La glucosa y los ácidos grasos también producen una liberación de PPH, pero en forma menor, y el sistema parasimpático aumenta su secreción.

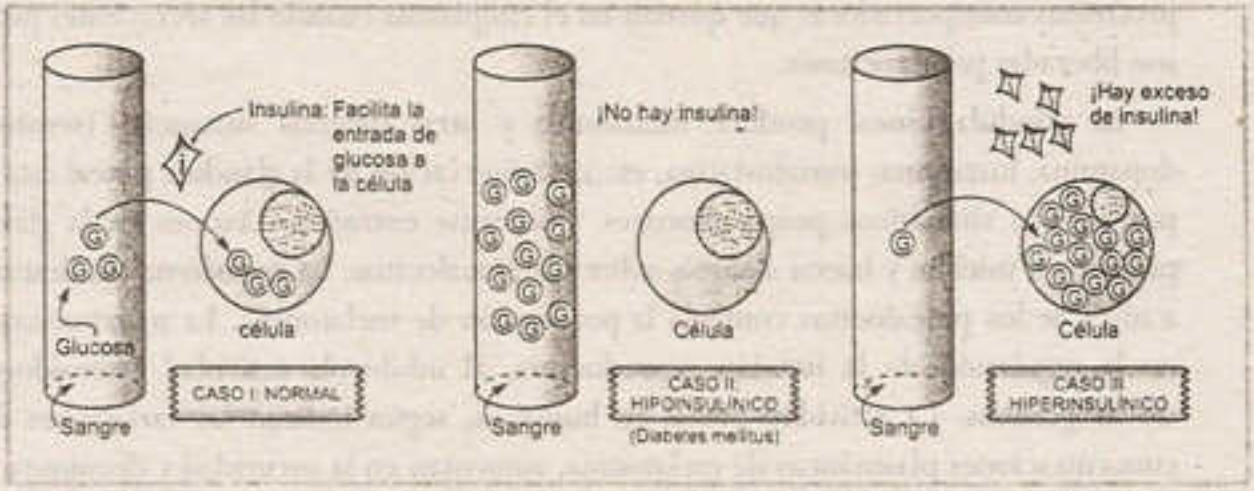
Diabetes Mellitus

La diabetes mellitus es un conjunto de trastornos caracterizados por una elevación del nivel de glucosa en la sangre (hiperglicemia). Al aumentar la glucosa en la sangre se produce también una pérdida de glucosa por la orina (glucosuria). Las características fundamentales de la diabetes mellitus pueden ser sintetizadas en las "tres polis": **poliuria**, que es la incapacidad para reabsorber agua, produciendo excesiva orina; **polidipsia**, que es una sed excesiva; y **polifagia**, que es una ingesta excesiva de alimentos.

Los dos tipos principales de diabetes mellitus son los tipos I y II. En la diabetes tipo I, existe una deficiencia absoluta de insulina; por eso es llamada diabetes mellitus insulino dependiente (DMID) debido a que el paciente necesita inyecciones periódicas de insulina para prevenir su muerte.

La diabetes mellitus tipo II, es más frecuente que la tipo I, (90% de los diabéticos padecen la de tipo II), se desarrolla con mayor frecuencia en adultos mayores de 40 años, con exceso de peso; antiguamente era llamada diabetes del adulto. En estos pacientes su insulina es normal, es decir, el problema está en que están fallando los receptores celulares para la insulina; también hay una secreción alterada de insulina por los islotes, pero no tan grave como la tipo I, y no necesita la inyección de insulina exogena; por eso se le denomina: diabetes mellitus no insulino dependiente (DMNID).

Como una medida de tratamiento para la diabetes mellitus se debe controlar la ingesta de azúcares; educar al paciente, recibir información sobre su enfermedad, tratamiento, dieta, el ejercicio son recomendables en los diabéticos.



En el caso I, se observa como la insulina facilita el ingreso de glucosa a la célula, en el caso II, al no existir insulina se observa el incremento de glucosa en sangre (tal como ocurre en la diabetes mellitus) y, en el caso III, se nota un incremento de insulina, lo cual conlleva a un hiperinsulinismo.

9 LA GLÁNDULA PINEAL

La glándula pineal o epífisis se describe en la actualidad como una glándula endocrina o neuroendocrina, cuyas secreciones se ven influidas por períodos de luz y oscuridad del día. Sus funciones en los humanos no están bien definidas. Se desarrolla a partir del neuroectodermo de la porción posterior del techo del diencéfalo. Mide 5 a 8 mm de longitud y 3 a 5 mm de ancho; pesa unos 120 mg. Las células parenquimatosas de la glándula consisten, principalmente, en pinealocitos y células intersticiales (gliales).

9.1. PINEALOCITOS

Son las células parenquimatosas más comunes de la glándula pineal. Se disponen formando grupos o cordones dentro de los lobulillos formados por tabiques de tejido conectivo que se extienden hacia el interior de la glándula. Estas células poseen un núcleo grande lobulado, con una o dos proyecciones largas, cuyas dilataciones proximales se acercan a los capilares sanguíneos, características muy sugestiva de actividad neuroendocrina.

9.2. CÉLULAS INTERSTICIALES

Representan alrededor del 5% de las células de la glándula. Se cree que son células de neuroglia del tipo de los astrocitos, se encuentran diseminadas entre los pinealocitos.

Además de estos tipos celulares, la glándula pineal humana se caracteriza por la presencia de concreciones calcificadas, denominadas acérvulos cerebrales. Estas concreciones parecen derivar de la precipitación de fosfatos y carbonatos de calcio sobre protreínas transportadoras que quedan en el citoplasma cuando las secreciones pineales son liberadas por exocitosis.

La glándula pineal produce melatonina y otras diversas sustancias (serotonina, dopamina, histamina, somatostatina, etc.). La inervación de la glándula pineal está dada por nervios simpáticos posganglionares. Conforme entran los axones en la glándula, pierden su mielina y hacen sinapsis sobre los pinealocitos. La noradrenalina descargada a nivel de los pinealocitos controla la producción de melatonina. La melatonina actúa en la regulación de la función reproductora, al inhibir la actividad esteroidogénica de las gónadas. La actividad pineal en humanos, según indican las variaciones de las concentraciones plasmáticas de melatonina, aumentan en la oscuridad y disminuye en la luz, manifiesta un ritmo diurno.

Pruebas recientes indican que la melatonina, que entra con libertad en el tejido encefálico, puede actuar como protector del sistema nervioso central por su capacidad de depredar y eliminar los radicales libres producidos durante la tensión oxidativa.

Envejecimiento y hormonas

El envejecimiento consiste en los cambios producidos a través de los años y se presenta en todas las especies; se considera que los cambios físicos son fisiológicos y hay evidencias de que algunos están relacionados con una declinación en la actividad de ciertos sistemas endocrinos.

Con el paso del tiempo se observa una declinación de las funciones fisiológicas en forma gradual: disminuye la capacidad celular de sintetizar proteínas, declina la función inmune, se pierde masa muscular, se reduce la densidad mineral ósea y aumenta el tejido graso.

En el sistema endocrino se observa una disminución de los niveles circulantes de hormonas en varios sistemas, lo que produce andropausia, menopausia, adrenopausia y somatopausia, además de otras modificaciones.

En el nivel endocrino del páncreas se observa que la glucemia en ayunas es afectada en grado mínimo y permanece en rangos normales, pero aumenta la intolerancia a la glucosa. Para explicarlo existen factores periféricos y pancreáticos: entre los primeros se encuentra la resistencia a la insulina relacionada con la disminución de la ingestión, la inactividad física, el aumento del tejido graso corporal y la disminución de la masa muscular, que contribuyen a deteriorar el metabolismo de la glucosa.

En el envejecimiento normal se reduce la liberación hipofisaria de TSH, con reducción de la degradación periférica de T_4 y producción de T_4 disminuida, lo que conduce a una concentración normal de la T_4 libre. En comparación con sujetos jóvenes se observa una ligera disminución de la concentración plasmática de T_3, pero dentro de un amplio rango normal para personas mayores; esto se debe a una disminución en la conversión periférica. En las personas mayores también se observa una alta prevalencia de bocio y nódulos tiroideos.

En las mujeres, la modificación más drástica se produce cerca de los 50 años y es la menopausia: estado clínico causado por la falta de desarrollo del folículo ovárico, con el consiguiente aumento de las gonadotrofinas hipofisarias (FSH y LH) y disminución de la concentración de estradiol, cuya expresión clínica es la ausencia de menstruación.

En respuesta a estos cambios, la hipófisis anterior secreta grandes cantidades de gonadotrofinas. La FSH, que es la primera en aumentar, constituye el indicador más sensible de la falta de desarrollo folicular, mientras que la LH aumenta en un periodo posterior. Por la maduración folicular y ovulación irregular se presenta un periodo perimenopáusico de uno a dos años, con ciclos menstruales variables, que determina una elevación persistente de estrógenos con ausencia de concentraciones cíclicas de progesterona.

La disminución en la concentración de estradiol por la falta de desarrollo folicular produce cambios fisiológicos: inestabilidad vasomotora, atrofia del tracto reproductor (con sequedad vaginal e incontinencia urinaria), pérdida acelerada de la masa ósea, síntomas psíquicos (depresión, insomnio y nerviosismo), y cambios en la piel (atrofia) y en la distribución de tejidos (aumento del tejido adiposo y disminución de la

masa muscular). Esta disminución de los folículos ováricos altera la regularidad de los ciclos menstruales y compromete el **feedback** del eje neuroendocrino. Se ha sugerido que los cambios relacionados con la edad en el nivel del sistema nervioso central y en la unidad hipotálamo-hipófisis inician la transición menopáusica. Se han observado cambios en la frecuencia de los pulsos de LH, considerados un reflejo de los pulsos de GnRH hipotalámico; con éstos se producen aumentos de FSH durante la fase folicular, sin cambios en la concentración de estradiol. Además, los cambios en el pulso de GnRH producen un aumento preferencial de FSH por sobre la liberación de LH. Durante el envejecimiento también se han observado cambios en la ritmicidad de algunos neurotransmisores, los cuales conducen a una alteración del reloj biológico.

En el hombre, las modificaciones en el eje hipotálamo–hipófisis–gónadas son más lentas y sutiles. Se produce una declinación gradual de la concentración de testosterona total y libre. Este proceso, que se denomina andropausia, se caracteriza por una disminución en el número de células de Leydig del testículo, con capacidad secretora disminuida y menor secreción episódica estimulada por las gonadotrofinas. La presentación de este proceso es variable; no hay una edad definida de comienzo.

Los síntomas y signos son hipertrofia prostática, disminución de la potencia y la libido, fatigabilidad y leves signos de feminización (como la aparición de ginecomastia); los testículos y el pene tienden a reducirse con la edad. En los hombres mayores, la disminución de la masa muscular, el hematócrito y la libido se ha relacionado con la disminución de andrógenos. En el nivel hormonal se observa un aumento de las gonadotrofinas inmunorreactivas y disminución de la testosterona total, libre y biodisponible. El descenso de los niveles de esta hormona es secundario a los cambios de la función testicular y del eje hipotálamo-hipófisis, relacionados con la edad. Se observa una liberación pulsátil de LH atenuada, con tendencia a la reducción y retraso en la respuesta de la LH y FSH. La concentración de la dihidrotestosterona en general no se modifica con el envejecimiento. Factores como la herencia, la restricción calórica, la obesidad y el alcoholismo pueden contribuir al hipogonadismo.

Además de los cambios en los sistemas mencionados, se han informado modificaciones en la concentración de prolactina: la concentración basal muestra elevaciones ligeras en ambos sexos.

Otra alteración observada durante el envejecimiento es la disminución de la absorción intestinal de calcio, por déficit de estrógenos y disminución de la concentración de vitamina D. La deficiencia de esta última, común en las personas mayores, se debe a una menor capacidad de la piel para sintetizar y almacenar su precursor, a una absorción intestinal reducida de esta vitamina y a exposición solar insuficiente.

Los niveles bajos de vitamina D y de calcio en la sangre pueden aumentar la concentración de PTH secundaria, cuya consecuencia es el aumento de la resorción ósea. Todos estos factores, asociados con la disminución de hormonas sexuales, conducen a la pérdida de masa ósea.

Fuente: *Medicina contemporánea*. Vol. N° 4, 1998. Pág. 36-38

Lectura 2

¿Qué es la diabetes?

La diabetes es una enfermedad caracterizada por elevación anormal del azúcar en la sangre (glicemia), en personas predispuestas, así como por alteraciones en el procesamiento (metabolismo) de otros alimentos como grasas y proteínas.

Glucemia (o glicemia): Contenido de azúcar (glucosa) en la sangre. Normalmente debe ser inferior a 110 mg/dL en ayunas. Un nivel de glucemia en ayunas, igual o superior a 126 mg/dl (Confirmado en dos ocasiones) es indicativo de diabetes.

¿Qué es y para que sirve la insulina?

La insulina es una sustancia que se produce en el páncreas, en células especialmente diseñadas para este fin, denominadas células beta. La insulina tiene como función principal permitir la entrada de glucosa y su utilización dentro de las células del organismo, principalmente en músculos y grasa.

Cuando ingerimos alimentos, estos son absorbidos en el intestino y la glucosa lleva un mensaje al páncreas para que produzca insulina. Cuando no hemos ingerido alimentos por más de ocho horas, los niveles de insulina permanecen muy bajos y como no hay azúcares ni otros alimentos que absorber en el intestino, el organismo está preparado para producir azúcar (glucosa) en el hígado con el fin de mantener unos niveles adecuados para nutrir el cerebro y otros órganos que derivan su energía de este alimento.

CUANTAS CLASES DE DIABETES EXISTEN?

La diabetes tipo 1

Se presenta por lo general en personas jóvenes (menores de 30 años) de peso normal o delgadas. Su comienzo suele ser abrupto. En esta clase de diabetes se produce una lenta destrucción de las células especializadas en producir insulina (células beta). Finalmente la cantidad de insulina es tan baja que no es suficiente para ejercer su acción y se necesita tratamiento con la hormona inyectada.

La diabetes tipo 2

Se presenta casi siempre en personas mayores de 40 años, obesas en la mayoría de los casos. Se produce por una incapacidad de la insulina de realizar sus funciones normales. La insulina no es capaz de hacer ingresar la glucosa a las células por lo cual persiste anormalmente elevada en la sangre.

COMPLICACIONES AGUDAS

Hipoglicemia

Es una baja anormal de la glucosa que puede presentarse repentinamente y producir como temblor, frialdad, sudoración profusa, visión borrosa, piel de gallina, cansancio, palpitaciones, irritabilidad, confusión, alteración para hablar y hasta desmayo.

Coma diabético

Ocurre por un aumento exagerado y casi siempre repentino de los niveles de azúcar en la sangre. Cuando la glucosa se eleva demasiado, el paciente empieza a orinar en abundancia, pierde muchos líquidos y sales por la orina y se deshidrata. En algunas ocasiones el aumento excesivo de la glicemia se acompaña de producción de ácidos en el cuerpo y en estos casos es más peligroso el coma.

COMPLICACIONES CRÓNICAS

El azúcar daña los órganos

La elevación del azúcar (glucosa) en la sangre durante periodos prolongados de tiempo puede no producir síntomas o estos ser mínimo (sed, cansancio, deseo de orinar con frecuencia); sin embargo, esta hiperglicemia (elevación anormal de la glucosa en la sangre) está afectando el adecuado funcionamiento de los diferentes órganos y tejidos.

Por lo general las alteraciones que ocurren en los diabéticos tardan en aparecer. Después de 10 a 15 años de ser diabéticos (aún sin saberlo) los pacientes pueden presentar trastornos en la retina, el riñón o los nervios, que son causados por una diabetes no descubierta a tiempo o mal controlada.

DAÑOS EN LOS OJOS

Cataratas: Los diabéticos tienen mayor probabilidad de sufrir cataratas que son opacidades en los lentes (cristalino) encargados de llevar la luz del exterior a la retina para enfocar las imágenes adecuadamente. Las cataratas pueden limitar severamente la visión.

En la retina. La hiperglicemia va dañando la retina. Al principio puede producir inflamación y salida de líquido en la retina, posteriormente puede salir proteínas de los vasos sanguíneos y luego se producen hemorragias que pueden desprender la retina. También en la retina empiezan a crecer vasos sanguíneos anormales que impiden la visión.

Alteraciones en el riñón

El riñón se encarga de eliminar los desechos del organismo. La hiperglicemia por largo tiempo va deteriorando la capacidad de filtración del riñón que empieza por pérdida de pequeñas cantidades de proteínas en la orina. Posteriormente, el daño del órgano puede ser tan severo que requiere transplante renal o someterse a un programa de diálisis (detoxificación de los desechos) realizada mediante máquinas que simulan un riñón artificial.

Alteraciones en los nervios

—Muchos pacientes diabéticos se quejan de adormecimiento, dolores y pérdida de la sensibilidad en las extremidades, estos síntomas son debidos a que los nervios (que conducen las sensaciones y se encargan de dirigir los movimientos de los músculos) han sido dañados por la Diabetes. Los dolores, generalmente lancinantes o como sensaciones de hormigueo o de que algo está picando, así como la pérdida de sensibilidad pueden conducir a que, por ejemplo, usted no perciba el calor o la presencia de una piedra en el zapato, lo cual llevará a daño en la extremidad.

El daño en los vasos sanguíneos

- Los vasos sanguíneos (arterias principalmente) se alteran en los pacientes diabéticos. Ya que el diabético tiene problemas con el colesterol, y la glicemia está alta, es más frecuente que se obstruyan las arterias del corazón, el cerebro y las extremidades.

Las falta de irrigación y nutrición puede llevar a infarto en el corazón y cerebro y a muerte (necrosis) de las extremidades (dedos y pies).

¿Cómo evitar las alteraciones?

Siga las recomendaciones que le da su médico, estas son la mejor forma de evitar o disminuir la posibilidad de sufrir estos trastornos.

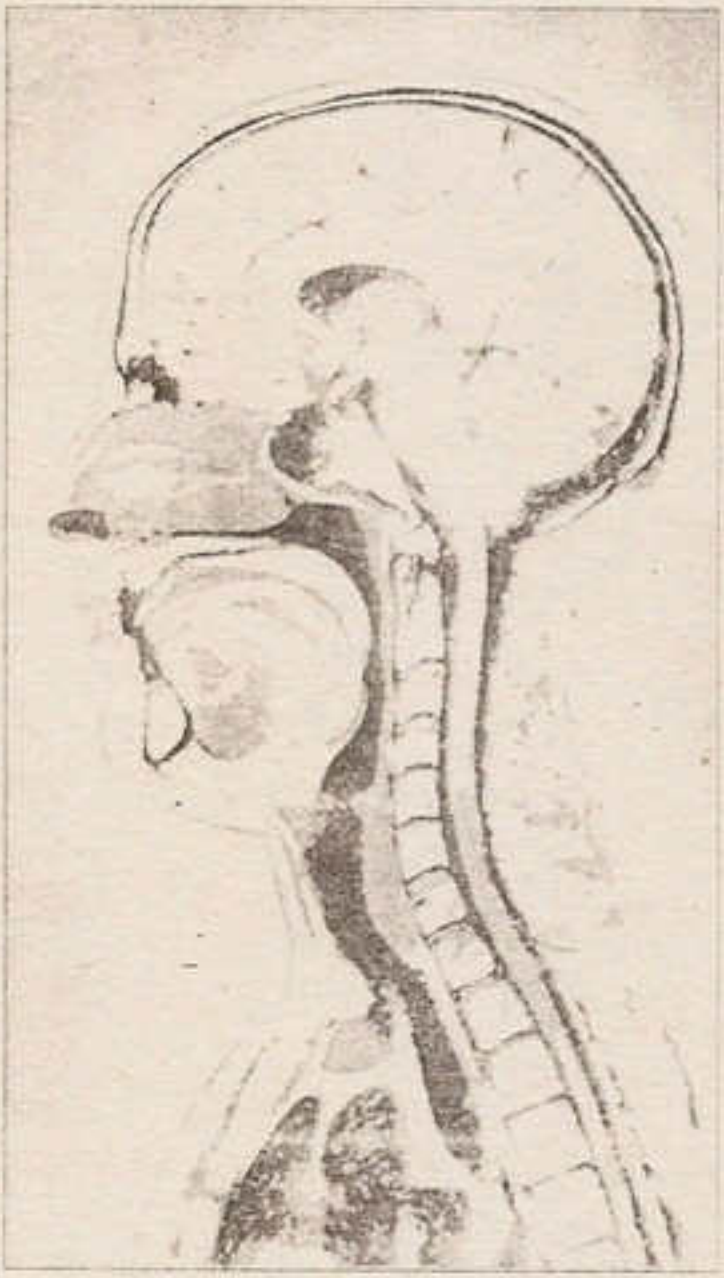
Un cambio en el estilo de vida (dieta, ejercicio, abandono del cigarrillo), así como la toma ordenada y constante de los medicamentos indicados llevará a que el control de la glicemia sea mejor.
Entre mejor controlada esté la Glicemia, menor probabilidad de sufrir complicaciones

Fuente: www.encolombia.com/click en Salud–Diabetes

CAPÍTULO

XII

Sistema nervioso



El desarrollo evolutivo que ha alcanzado el sistema nervioso humano no deja de sorprender a estudiosos de múltiples generaciones. Poco es lo que sabemos de ella y, a pesar de los grandes avances tecnológicos como es el uso de la resonancia magnética que nos brinda una reproducción fotográfica y tridimensional de su estructura en un sujeto vivo, hay aún muchísimo por explorar.

CALA
PNH

SISTEMA NERVIOSO

Capítulo XII

Objetivos

- *Identificar y comparar las diferentes estructuras que forman parte del sistema nervioso.*
- *Conocer las distintas funciones que realizan los componentes del sistema nervioso central y del sistema nervioso periférico.*
- *Valorar la importancia que tiene el sistema nervioso, en el control del medio interno.*
- *Diferenciar las funciones que realizan los componentes del encéfalo.*
- *Comprender la relación que existe entre los estímulos del medio sobre el sistema nervioso y las respuestas que este produce.*

Introducción

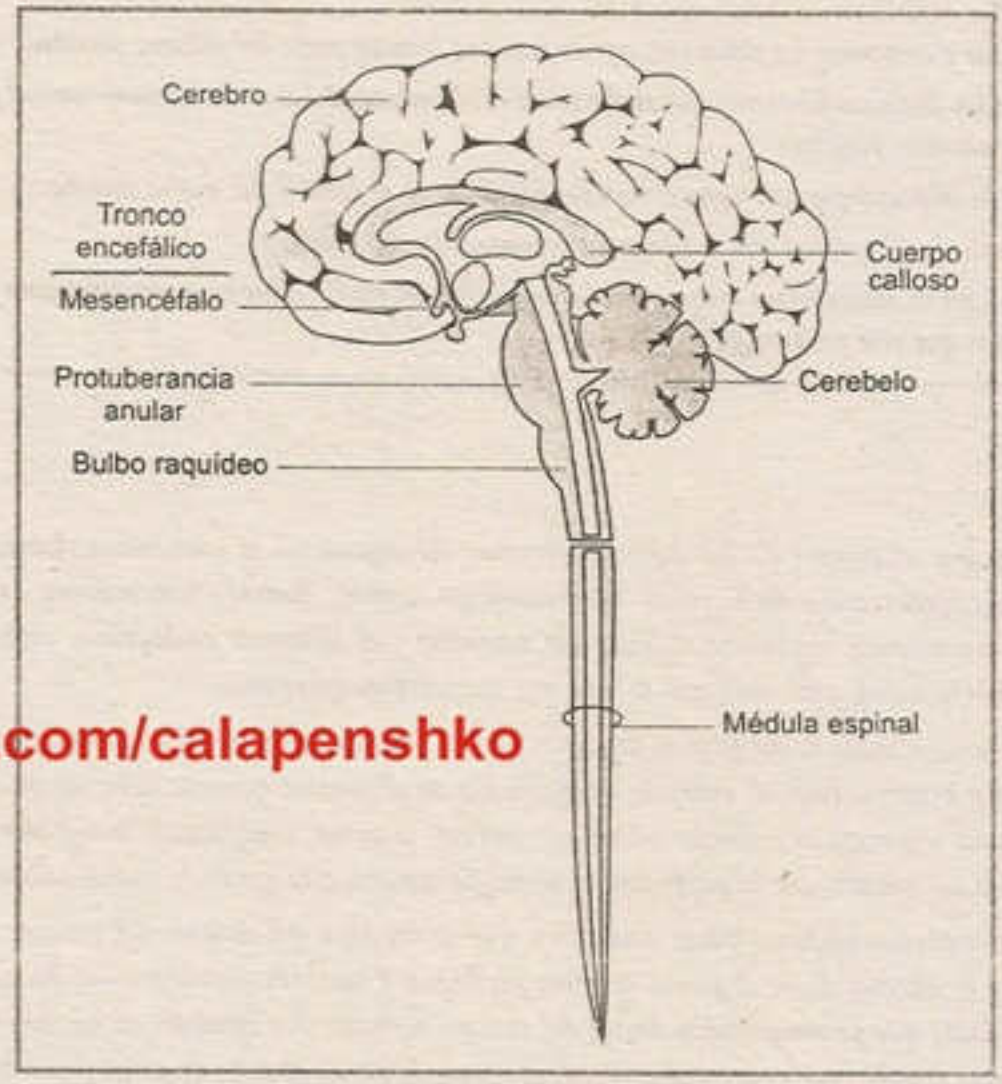
Es importante que el control de los distintos procesos del organismo se encuentren dentro de límites fisiológicos, para la conservación de la salud. Este equilibrio interno, llamado homeostasia, es mantenido y controlado por dos sistemas orgánicos: el ***Sistema nervioso*** *y el* ***Sistema endocrino****; ambos tienen el objetivo de conservar la salud, pero cada uno lo hace por mecanismos diferentes.*

El sistema nervioso, a través de sus diversas funciones básicas, se encarga de recibir los estímulos, provenientes del medio interno o externo. Pero, el estímulo recepcionado en el sistema nervioso debe ser analizado para enseguida emitir una respuesta al estímulo inicial que provocó, a su vez, una función integradora de todo el sistema nervioso, de tal manera que al producirse la respuesta motora, ésta será la de mayor calidad posible.

Dentro de las ciencias médicas, existe una rama que se encarga del estudio del sistema nervioso, es la ***neurología****, y lo estudia desde el punto de vista fisiológico y también patológico, es decir, estudia las múltiples enfermedades que se comprenden dentro del sistema nervioso. Por ejemplo, en nuestro medio existe una enfermedad muy común, que es la neurocisticercosis, causada por la ingesta de carne de cerdo mal cocida y contaminada con cisticerco de la* ***taenia solium****. Afecta principalmente al cerebro y se caracteriza por la presencia de cefaleas (dolor de cabeza) constantes, convulsiones y alteraciones mentales.*

1 División

El sistema nervioso humano se puede dividir, con fines descriptivos, en dos partes: sistema nervioso central y sistema nervioso periférico. El sistema nervioso central (SNC) está constituido por el encéfalo y la médula espinal. A su vez, el encéfalo se encuentra conformado por el cerebro, cerebelo y tronco encefálico (mesencéfalo, protuberancia anular y bulbo raquídeo). El SNC es el que recibe y procesa la información y controla las respuestas corporales. La mayor parte de los impulsos nerviosos que estimulan la contracción muscular y las secreciones glandulares se originan en el SNC. El sistema nervioso periférico (SNP) está conformado por los nervios craneales (12 pares), los nervios espinales o raquídeos (31 pares), el sistema nervioso vegetativo y ganglios relacionados. Se encarga de transmitir información desde los receptores hasta el SNC y dar salida a nervios efectores que se dirigen hacia la periferie.



Corte sagital que muestra a los órganos del sistema nervioso central

twitter.com/calapenshko

2 FUNCIONES

El sistema nervioso cumple fundamentalmente tres funciones: **sensorial**, **integrativa** y **motora**. A través de la sensación, la integración y la respuesta, el sistema nervioso representa el medio mas rápido del cuerpo para mantener la homeostasis. Sus reacciones de respuesta y el conducir los impulsos nerviosos pueden, de manera normal, hacer los ajustes necesarios para mantener el funcionamiento del organismo de manera eficiente.

3 HISTOLOGÍA

3.1. SUSTANCIA GRIS

Está constituida principalmente por la agrupación de cuerpos o somas neuronales, porciones amielínicas de los axones y neuroglías. Se ubica en el sistema nervioso central (SNC).

3.2. SUSTANCIA BLANCA

Está formada fundamentalmente por la reunión de fibras nerviosas mielínicas y neuroglías. Recibe este nombre por la presencia de gran cantidad de un material blanquecino denominado mielina, el cual envuelve los axones de las neuronas. Se localiza en el sistema nervioso central (SNC).

3.3. GANGLIO

Es una estructura constituida por la agrupación de cuerpos neuronales y fibras nerviosas que entran y salen de la célula nerviosa. Los somas, que se encuentran en los ganglios, pueden pertenecer a neuronas sensitivas (aferentes somáticos y viscerales) o pertenecer a neuronas "motoras" postsinápticas (eferentes viscerales) del sistema nervioso vegetativo.

3.4. NERVIO

Está constituido por la reunión de fibras nerviosas que llevan información sensitiva y motora entre los órganos y tejidos del organismo, entre el encéfalo y la médula espinal.

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)

1 La médula espinal

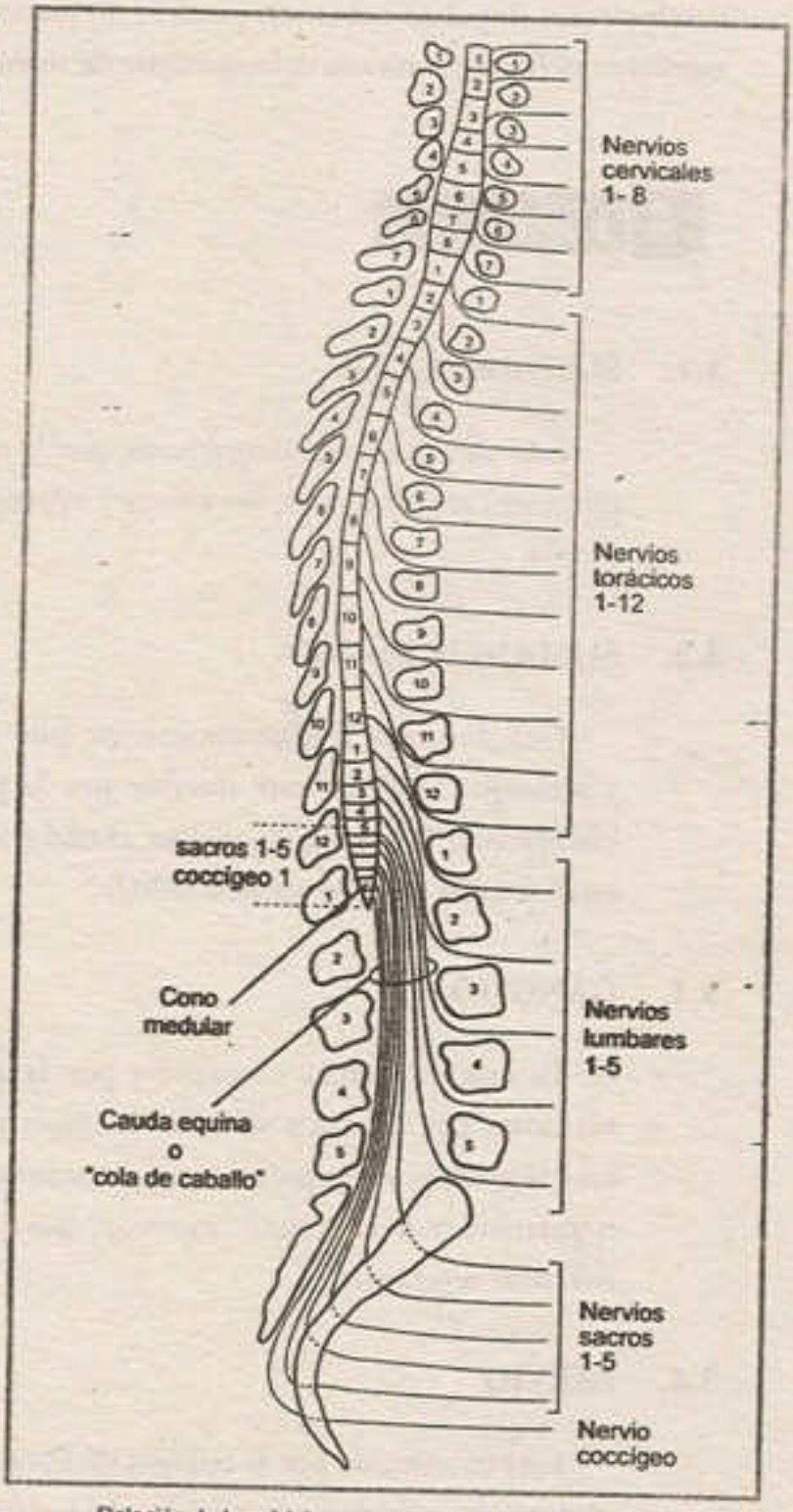
Es una estructura cilíndrica, alargada y aplanada en sentido antero-posterior, que se localiza en el conducto vertebral o raquídeo de la columna vertebral, ocupando sus dos tercios superiores.

La longitud de la médula espinal varía de 40-45 cm y pesa 26-30 g. Se extiende desde el agujero magno del hueso occipital hasta la altura del borde superior de la segunda vértebra lumbar (L_2).

Por la parte superior, la médula espinal se continúa con el bulbo raquídeo; en las partes laterales tiene como medio de fijación a los ligamentos dentados y en la parte inferior, al filum terminal (piamadre) que se relaciona con el ligamento coxígeo que se inserta en el hueso coxis. El filum terminal emerge del cono medular.

1.1. MORFOLOGÍA EXTERNA

Presenta cuatro caras: una anterior, una posterior y dos laterales. Posee un surco medio anterior y posterior; un surco colateral anterior y posterior. Solo a nivel cervical se observa el surco intermedio posterior.



Relación de la médula espinal con la columna vertebral

La médula espinal presenta dos engrosamientos o intumescencias. El engrosamiento superior o cervical que da origen a los nervios que van a los miembros superiores y los que vienen de ellos y el engrosamiento inferior o lumbar que da origen a los nervios que van y vienen a los miembros inferiores. El engrosamiento lumbar se adelgaza en una porción cónica, denominada cono medular, que se ubica a nivel de L_1 - L_2 en un adulto. Algunos de los nervios espinales, que se originan de la parte más baja de la médula espinal, no la abandonan inmediatamente. Al contrario, corren hacia abajo, en el interior del conducto raquídeo y semejan un mechón de pelos que se denomina **cauda equina** o "cola de caballo".

La médula espinal se divide en 31 segmentos medulares. Cada segmento origina un par de nervios raquídeos o espinales. Cada nervio espinal contiene una raíz anterior o ventral que contiene fibras motoras y una raíz posterior o dorsal que contiene fibras sensitivas. Los segmentos medulares son 8 cervicales, 12 dorsales o toráxicos, 5 lumbares, 5 sacros y 1 coxígeo.

1.2. MORFOLOGÍA INTERNA

Si cortamos transversalmente la médula espinal, observamos una zona central denominada sustancia gris, la cual se encuentra rodeada de la sustancia blanca.

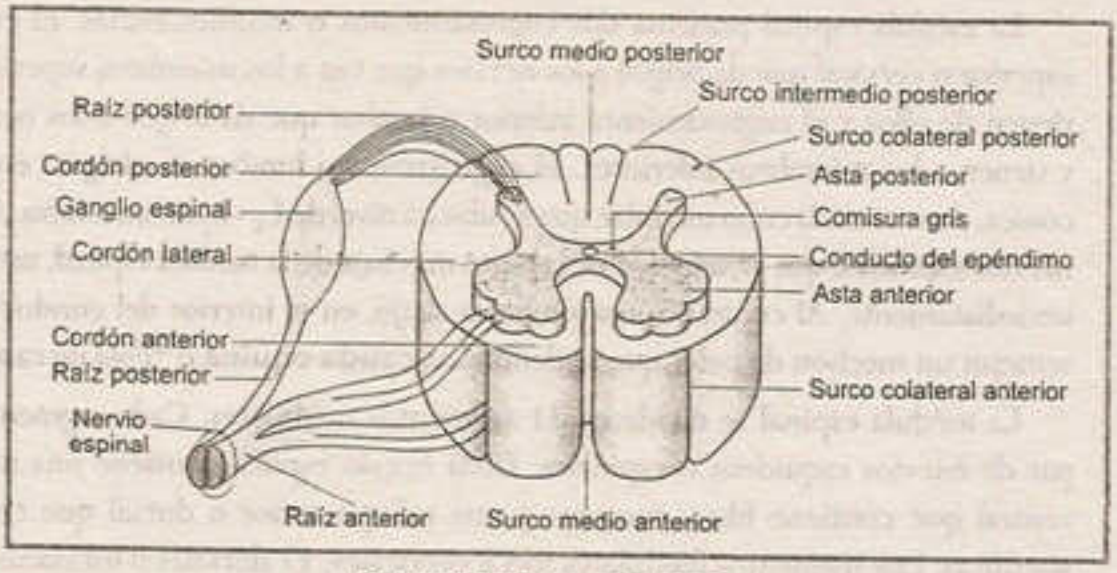
1.2.1. Sustancia gris

Está localizada en la parte central, tiene la forma de la letra H y se encuentra rodeada de sustancia blanca. Está constituida principalmente por cuerpos neuronales, neuroglías y axones no mielinizados. Presenta:

- **Astas anteriores**. Son voluminosas y presenta a los somas de las neuronas motoras.
- **Astas posteriores**. Son sensitivas y presentan a los somas de las segundas neuronas sensitivas.
- **Astas laterales**. Son vegetativas y poseen a los somas de las neuronas del sistema nervioso vegetativo o autónomo. Solo se encuentran en los segmentos dorsales, lumbares y sacros de la médula.
- **Comisura gris**. Es la columna horizontal de la H. En el centro de esta encontramos un pequeño espacio que se denomina conducto central o del epéndimo, el cual se encuentra revestido por células ependimarias y contiene líquido cefalorraquídeo.

1.2.2. Sustancia blanca

Se encuentra rodeando a la sustancia gris. Está constituida por axones mielinizados de neuronas motoras y sensitivas formando las vías ascendentes (sensitivas) y descendentes (motoras) de la médula espinal. Estas vías nerviosas forman los cordones anteriores, laterales y posteriores.



Corte transversal de la médula espinal

1.3. FUNCIONES

1.3.1. Vía de conducción

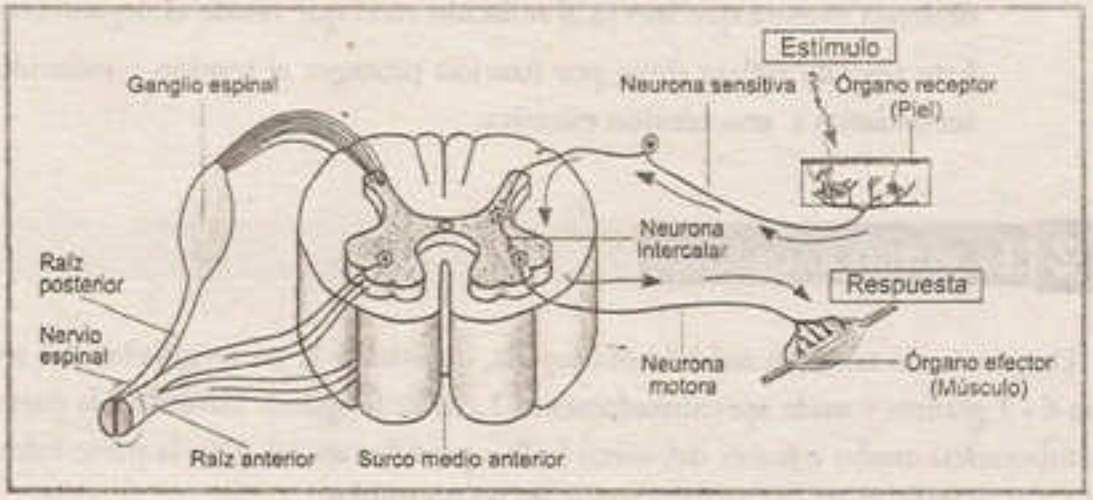
La médula espinal transmite impulsos sensitivos de los nervios periféricos al encéfalo (vías ascendentes) e impulsos motores del encéfalo a los nervios periféricos (vías descendentes), lo cual ocurre a través de los haces o fascículos espinales. Generalmente, el nombre que toma un fascículo indica su ubicación en la sustancia blanca, la zona donde empieza y termina así como la dirección de la conducción de los impulsos nerviosos. Por ejemplo, el fascículo espinotalámico anterior está ubicado en el cordón anterior, se inicia en la médula espinal y termina en el tálamo. Es un fascículo sensitivo (ascendente), porque conduce impulsos nerviosos desde la médula espinal hacia el encéfalo.

1.3.2. Centro de los actos reflejos

Un acto reflejo es la respuesta inmediata e involuntaria de un órgano efector (glándula o músculo) ante un estímulo producido en un órgano receptor (piel o tendón). En tanto, el **arco reflejo** es la vía nerviosa que sigue el acto reflejo. El arco reflejo presenta los siguientes componentes:

- **Órgano receptor**. Es aquel que se encarga de captar el estímulo. Ejemplo: piel, tendón.
- **Neurona aferente o sensitiva**. Conduce el impulso nervioso sensitivo hasta el asta posterior de la médula espinal.
- **Neurona intercalar o asociativa**. Conduce el impulso nervioso de la neurona sensitiva a la neurona motora.
- **Neurona motora o eferente**. Conduce el impulso nervioso motor del asta anterior a los órganos efectores que van a responder al estímulo.

- **Órgano efector**. Es la estructura que ejecuta la respuesta ante un impulso nervioso motor. Ejemplo: músculo o glándula[1]. Esta respuesta se llama reflejo y comprende tanto un incremento como una disminución en la contracción muscular o un incremento o disminución en la secreción de las glándulas.



Esquema del arco reflejo

A. Reflejo de estiramiento

Reflejo en el que solo intervienen dos tipos de neuronas: una sensitiva y otra motora. En su vía presenta una sola sinapsis (reflejo monosináptico). Este reflejo provoca la contracción brusca del músculo efector si dicho músculo está distendido. Una ligera distensión del músculo llega a estimular ciertos receptores llamados husos musculares.

En respuesta a la distensión, el huso muscular produce uno o más impulsos nerviosos que se dirigen por una neurona sensitiva somática al asta posterior de la médula espinal. La neurona sensitiva establece una sinapsis excitadora con una neurona motora del asta anterior. La neurona motora produce un impulso nervioso que se proyecta hacia la raíz anterior y de ésta hacia el huso muscular generando un potencial de acción muscular y por tanto el músculo se contrae.

Un ejemplo de este reflejo tenemos al "reflejo rotuliano", en el que un golpe sobre el tendón rotuliano provoca la extensión de la articulación de la rodilla.

B. Reflejo tendinoso

Este reflejo actúa como un mecanismo de retroalimentación para controlar la tensión muscular, haciendo que el músculo se relaje. Es un reflejo de tipo polisináptico.

Los receptores de este reflejo son los llamados "órganos tendinosos de Golgi" que se encuentran en el interior del tendón, cerca de su unión con el músculo.

---

1 Si el efector es un músculo esquelético, el reflejo es de tipo somático. Si el efector es un músculo liso, músculo cardiaco o una glándula, el reflejo es de tipo visceral. *Principios de Anatomía y Fisiología*. Tortora ; Grawosky. Pág. 384.

Cuando un tendón sufre un aumento de tensión, el órgano tendinoso es estimulado, generándose impulsos nerviosos que se propagan hacia la médula espinal a lo largo de la neurona sensitiva. En el interior de la médula espinal, la neurona sensitiva establece sinapsis con una neurona de asociación inhibidora, que, a su vez, conecta e inhibe a la neurona motora que inerva al músculo en el que reside el órgano tendinoso.

Este tipo de reflejo tiene por función proteger al tendón y músculo de las lesiones secundarias a una tensión excesiva.

2 El bulbo raquídeo

Denominado también médula oblongada, constituye la parte inferior del tronco encefálico. Pesa 6 - 7 gramos y mide aproximadamente 3 cm de longitud. Limita en la parte superior con la protuberancia anular a través del surco bulbo-protuberancial; y en la parte inferior limita con la médula espinal a través de la decusación de las pirámides.

2.1. MORFOLOGÍA EXTERNA

2.1.1. Cara antero lateral

Posee el surco medio anterior que es continuación del surco medio anterior de la médula espinal y se extiende de la decusación piramidal hasta el agujero ciego, a nivel del surco bulbo-protuberancial.

Presenta dos estructuras de sustancia blanca que se denominan pirámides bulbares, las cuales están constituidas por las vías motoras más grandes que pasan desde la región mas externa del cerebro hasta la médula espinal. La mayor parte de las fibras nerviosas de la pirámide izquierda se cruzan al lado derecho y viceversa; este entrecruzamiento recibe el nombre de decusación piramidal. La decusación explica por qué las áreas motoras de un lado de la corteza cerebral controlan el movimiento muscular del lado opuesto del cuerpo.

En cada superficie lateral del bulbo raquídeo se encuentra una estructura oval de sustancia gris que se denomina oliva bulbar, esta se encuentra constituida por núcleos que se proyectan al cerebelo asegurando la eficiencia de los movimientos voluntarios. Los núcleos de la oliva se conectan con el cerebelo a través de pares de haces de fibras llamados pedúnculos cerebelosos inferiores.

2.1.2. Cara posterior

Forma la parte inferior del piso del IV ventrículo, que es una cavidad ubicada entre el tronco encefálico y el cerebelo. Contiene dos pares de núcleos prominentes: el núcleo de Goll o gracilis derecho e izquierdo, y el núcleo de Burdach o cuneiforme. Estos

núcleos reciben las fibras sensitivas de las vías ascendentes de la médula espinal y envían la información sensitiva hasta el tálamo del lado opuesto.

2.2. MORFOLOGÍA INTERNA Y FUNCIÓN

El bulbo raquídeo está constituido por fibras nerviosas que forman la sustancia blanca y tiene como función **conducir impulsos nerviosos** sensitivos y motores.

La sustancia gris se dispone formando una serie de núcleos que son **centros de actos reflejos** los cuales producen, por ejemplo, la tos, el estornudo, vómito, náuseas, deglución e hipo. Además de ser centro de reflejos vitales, el centro cardíaco regula la frecuencia de los latidos cardíacos, el área de la ritmicidad bulbar que ajusta el ritmo básico de la respiración y el centro vasomotor que regula el diámetro de los vasos sanguíneos, produciendo un efecto vasoconstrictor (efecto simpático). El bulbo raquídeo también contiene los núcleos de origen de varios pares craneales: V, VIII, IX, X, XI y XII.

3 LA PROTUBERANCIA ANULAR

Llamada también **puente de Varolio**. Es la parte media del tronco encefálico que conecta el bulbo raquídeo con el mesencéfalo y cerebelo. Es de color blanco y de forma cuadrilátera irregular y pesa de 9 - 12 g. Limita, en la parte superior, con el mesencéfalo por medio del surco ponto-mesencefálico, y en la parte inferior con el bulbo raquídeo por medio del surco bulbo-protuberancial.

3.1. MORFOLOGÍA EXTERNA

La cara anterolateral presenta en su parte media al surco basilar que aloja a la arteria basilar. Por fuera del surco basilar se observa unas prominencias laterales llamadas rodetes protuberanciales, estas presentan la emergencia del V par craneal.

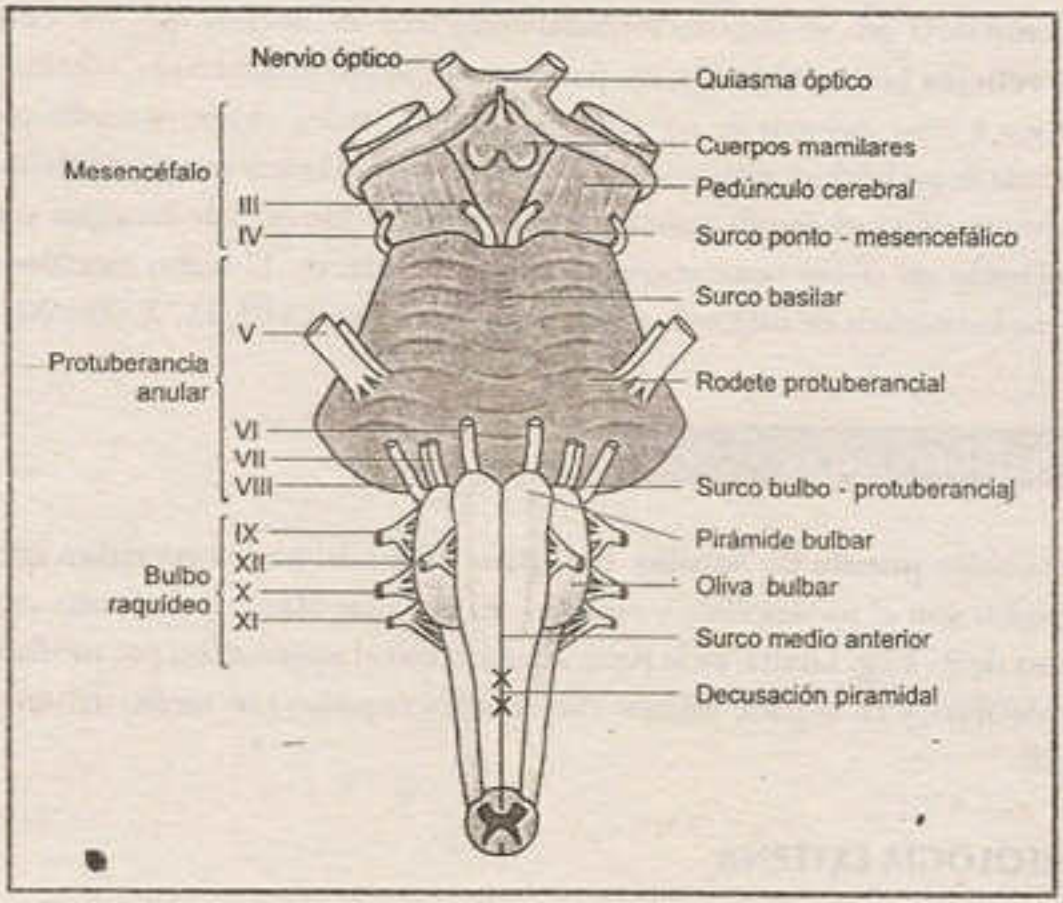
En su cara posterior, forma la parte superior del piso del IV ventrículo.

3.2. MORFOLOGÍA INTERNA Y FUNCIÓN

La protuberancia anular contiene fibras nerviosas de sustancia blanca encargadas de la conducción de impulsos nerviosos, sensitivos y motores. Estas fibras siguen dos direcciones principales: las fibras transversales que conectan los lados derecho e izquierdo del cerebelo y que se denominan pedúnculos cerebelosos medios, y las fibras longitudinales que pertenecen a los fascículos sensitivos y motores, y, que conectan el bulbo raquídeo con las partes superiores del tronco encefálico.

La sustancia gris forma núcleos que controlan la respiración: el área pneumotáxica, que envía impulsos inhibidores al área inspiratoria con el fin de limitar la inspiración, y el área apnéustica, que envía impulsos nerviosos al área inspiratoria del bulbo raquídeo, prolongando de esta manera la inspiración.

Otros núcleos de sustancia gris constituyen los núcleos de los pares craneales V, VI, VII y VIII.



Vista anterolateral del tronco encefálico y su relación con los pares craneales

4 El mesencéfalo

Es la parte superior del tronco encefálico. Mide 2,5 cm y se extiende desde la protuberancia anular hasta la porción inferior del diencéfalo. Se divide en pedúnculos cerebrales, acueducto de Silvio y colículos (tubérculos cuadrigéminos).

Los pedúnculos cerebrales son un par de estructuras de sustancia blanca, que conducen impulsos nerviosos motores desde la corteza cerebral e impulsos sensitivos provenientes desde la médula espinal. Un par de haces de fibras, denominados pedúnculos cerebelosos superiores, comunican el mesencéfalo con el cerebelo. Detrás de los pedúnculos cerebrales se encuentra un conducto denominado acueducto de Silvio, este comunica el III ventrículo con el IV ventrículo, y permite la circulación del líquido cefalorraquídeo.

La cara posterior posee cuatro eminencias redondeadas denominadas colículos, las cuales son masas de sustancia gris. Dos de dichas eminencias se denominan colículos superiores, cuya función es la de ser centro de reflejos para movimientos de los globos oculares y cabeza en respuesta a estímulos visuales y las otras dos eminencias se denominan colículos inferiores, que sirven como centros de reflejos para movimientos de la cabeza en respuesta a estímulos auditivos.

En la parte superior del mesencéfalo se localiza el núcleo rojo, cuyo nombre se debe a su rica vascularización, así como la presencia de hierro que poseen los cuerpos neuronales que los forman. En estos núcleos terminan fibras del cerebelo y de la corteza cerebral.

Existe una estructura denominada **Lemnisco medial**, que se extiende por el bulbo raquídeo, la protuberancia anular y el mesencéfalo. Consiste en una banda de fibras blancas que contienen axones, los cuales conducen impulsos del tacto discriminativo, propioceptivos, de presión y vibratorio, desde el bulbo raquídeo hasta el tálamo.

Formación Reticular

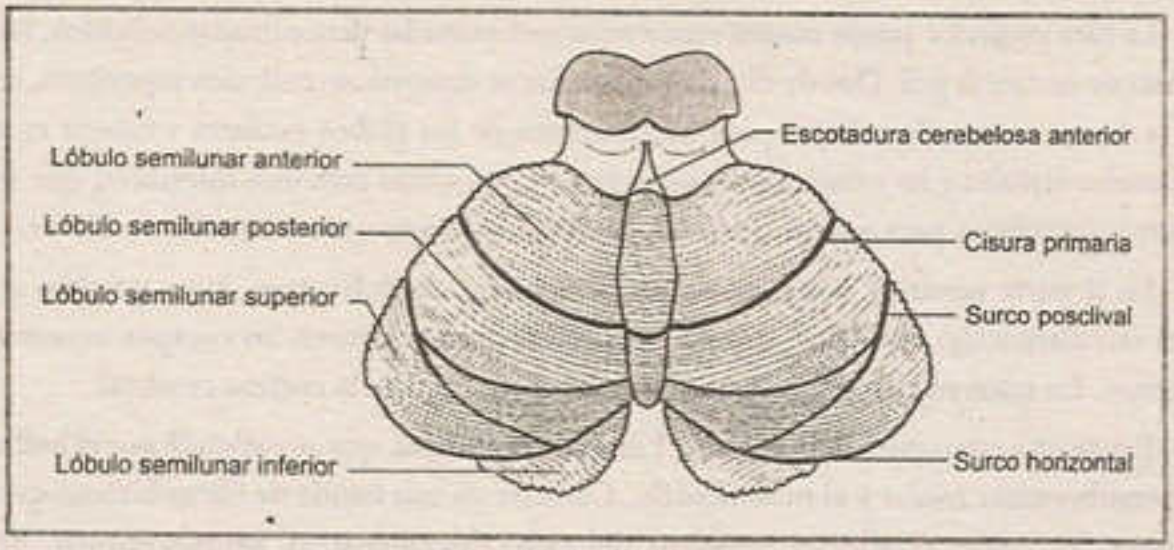
En el tronco encefálico se han descrito numerosas agrupaciones de neuronas de diferentes tamaños y conectadas entre sí a modo de red, estas se denominan formación o sustancia reticular. La sustancia reticular posee funciones tanto sensitivas como motoras. Recibe impulsos nerviosos que provienen de regiones encefálicas superiores que controlan a los músculos esqueléticos e intervienen en la regulación del tono muscular. Asimismo, alerta a la corteza cerebral sobre la información sensorial que llega. Esta porción de la sustancia reticular es llamada **sistema reticular activador** (SRA) y es el responsable del mantenimiento de la vigilia y del despertar del sueño.

5 El cerebro

Se localiza por debajo de los lóbulos occipitales del cerebro, detrás del bulbo raquídeo y la protuberancia anular, y ocupa el piso posterior de la base del cráneo. Tiene forma parecida a una mariposa. Mide 12×6×4,5 cm y pesa aproximadamente 140 g.

5.1. MORFOLOGÍA EXTERNA

Presenta una porción central llamada vermis y dos grandes prominencias llamadas hemisferios cerebelosos. Cada hemisferio está constituido por lóbulos, los cuales se encuentran separados por surcos profundos y diferentes. El lóbulo anterior y posterior se relacionan con los movimientos subconscientes de los músculos esqueléticos. El lóbulo floculonodular se relaciona con el sentido del equilibrio. Entre los hemisferios cerebelosos se encuentra un repliegue de duramadre denominada la Hoz del cerebelo.



Cara superior del cerebelo

5.2. MORFOLOGÍA INTERNA

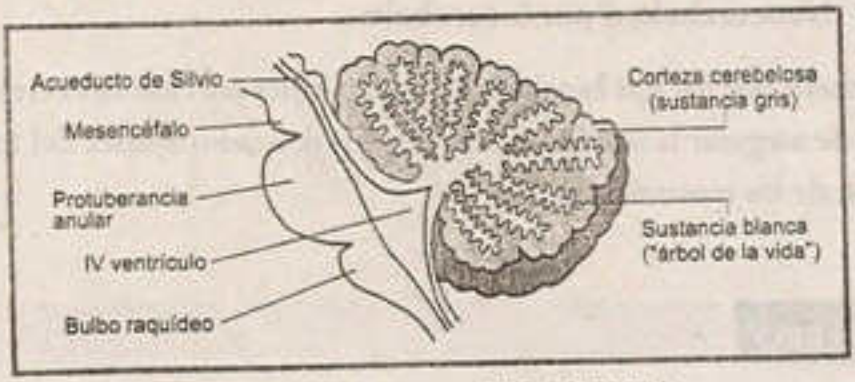
5.2.1. Sustancia gris

Está formada por la corteza cerebelosa y los núcleos cerebelosos. En la corteza cerebelosa se distinguen tres capas histológicas: a) **capa molecular**, la mas externa; b) **capa de las células de Purkinje** y, c) **capa granular**, la mas interna y vecina a la sustancia blanca. En la parte anterior y media del cerebelo se observan los núcleos cerebelosos, de donde salen fibras nerviosas que llevan la información fuera del cerebelo hacia otras zonas del sistema nervioso. Los núcleos cerebelosos son pares de núcleos de sustancia gris y se denominan: dentados, emboliformes, globosos y fastigiales.

5.2.2. Sustancia blanca

Forma el espesor del órgano y está constituida por fibras nerviosas que conducen información sensitiva y motora. Por su aspecto ramificado ha recibido el nombre de **árbol de la vida**. El cerebelo se une al tronco encefálico a través de tres pares de haces de fibras, que se denominan pedúnculos cerebelosos. Los pedúnculos cerebelosos superiores conectan al cerebelo con el mesencéfalo; estos pedúnculos contienen, principalmente, fibras motoras que conducen impulsos nerviosos eferentes del cerebelo. Los pedúnculos cerebelosos medios conectan al cerebelo con la protuberancia anular, estos pedúnculos contienen solo fibras aferentes.

Los pedúnculos cerebelosos inferiores se conectan con el bulbo raquídeo y con la médula espinal, estos pedúnculos contienen fibras aferentes y eferentes y, por tanto, llevan información hacia adentro y hacia afuera del cerebelo.



Corte sagital del tronco encefálico y el cerebelo

5.3. FUNCIÓN

El cerebelo posee tres divisiones funcionales basadas en la secuencia del desarrollo filogenético de sus partes.

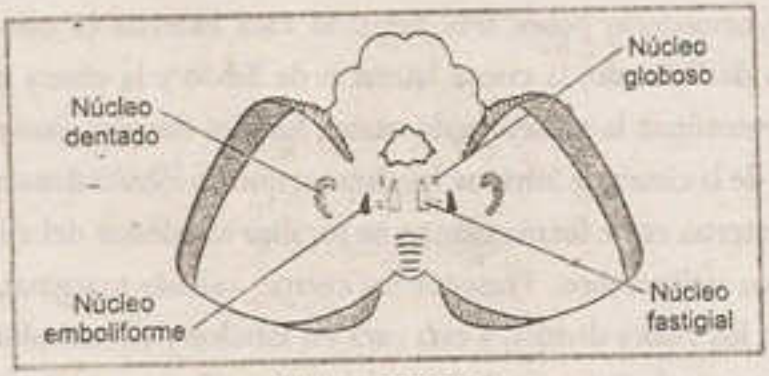
5.3.1. Arquicerebelo o vestibulocerebelo

Formado por el lóbulo floculonodular, es la parte más antigua del cerebelo y se encarga de controlar el **equilibrio corporal** como respuesta a estímulos procedentes desde el oído interno (aparato vestibular) y emitir impulsos motores a los músculos esqueléticos y así ejecutar un movimiento adecuado.

Una lesión en esta zona da lugar a la ataxia cerebelosa, caracterizada por una alteración en la marcha "camina como ebrio".

5.3.2. Paleocerebelo o espinocerebelo

Constituido por el lóbulo anterior del vermis, úvula, pirámide y paraflóculo. Se encarga de regular el **tono muscular** e interviene en la **sinergia**[2] de los músculos durante los movimientos.



Núcleos cerebelosos

[2] "La información suministrada por la posición de cada uno de los segmentos del organismo y su variación con el tiempo permite al cerebelo ajustar los impulsos motores de la corteza para mantener el equilibrio acorde a la posición del cuerpo en ese momento, y la prevista en los próximos instantes, en función de la velocidad y el sentido del desplazamiento". *Compendio de Fisiología*. Córdova, A. Pág 180

5.3.3. Neocerebelo o pontocerebelo

Formado por los dos hemisferios, es la última porción del cerebelo en formarse. Se encarga de asegurar la sinergia motora de los delicados ajustes del tono muscular para la precisión de los movimientos.

6 El cerebro

Es la parte más voluminosa del sistema nervioso, que se encuentra localizado en la cavidad craneal ocupando tanto la base, como la bóveda craneal. Visto desde arriba tiene forma ovoide. Mide 17×14×13 cm y pesa entre 1,000 y 1,200 g. Se divide en dos partes: hemisferios cerebrales y diencéfalo.

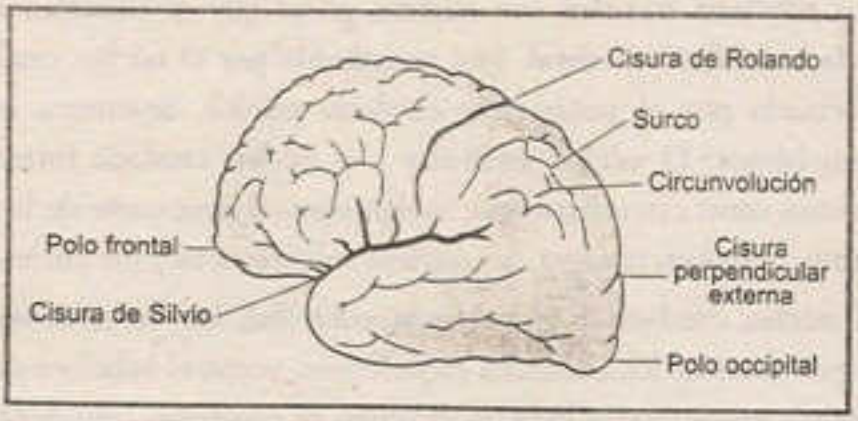
6.1. LOS HEMISFERIOS CEREBRALES

Son dos masas simétricas separadas entre sí por la cisura interhemisférica. Ambos hemisferios están unidos por un puente de sustancia blanca denominado cuerpo calloso. Entre los hemisferios se encuentra un repliegue de la duramadre craneal llamada hoz del cerebro, en cuyo interior se localizan los senos sagitales superior e inferior.

6.1.1. Morfología externa

Cada hemisferio cerebral posee un polo anterior o frontal y un polo posterior u occipital. La superficie de cada hemisferio presenta depresiones profundas llamadas cisuras; la cual divide cada hemisferio en lóbulos. Cada lóbulo, a su vez, presenta unos surcos superficiales, los cuales lo dividen cada lóbulo en circunvoluciones o giros.

Cada hemisferio posee tres caras: la cara externa es convexa y presenta la cisura central o de Rolando, la cisura lateral o de Silvio y la cisura perpendicular externa; las cuales determinan la presencia de cuatro lóbulos (frontal, parietal, temporal y occipital). Al fondo de la cisura de Silvio se localiza un quinto lóbulo denominado lóbulo de la ínsula. La cara interna es de forma plana y se localiza alrededor del cuerpo calloso. Se relaciona con la hoz del cerebro. Presenta las cisuras calloso-marginal, perpendicular interna y calcarina, los cuales dividen a esta cara en lóbulos y circunvoluciones. La cara inferior es irregular y se relaciona con la base del cráneo. Presenta a la porción inicial de la cisura de Silvio, la cual lo divide en dos lóbulos: anterior (orbitario) y posterior (temporo-occipital).



Cara externa del hemisferio cerebral

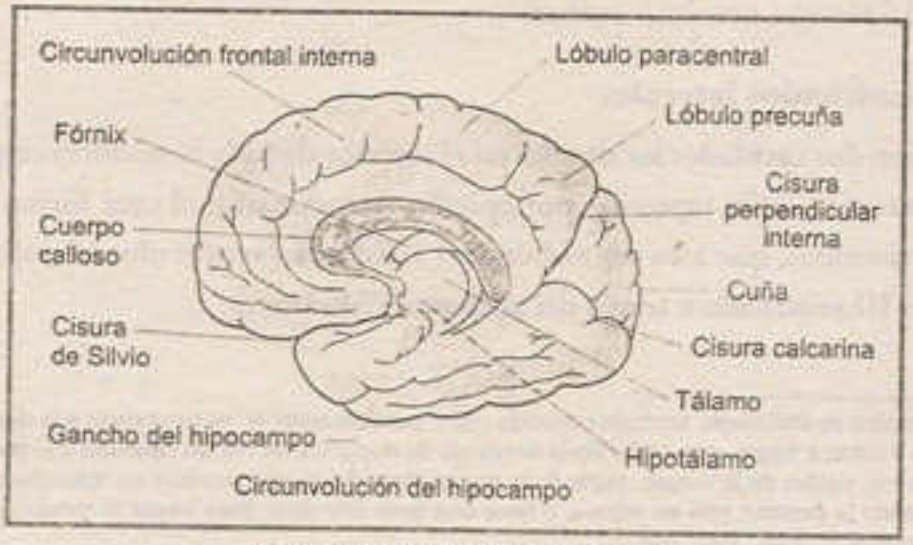
6.1.2. Morfología interna

A. Sustancia gris

Está formada por la corteza cerebral y los núcleos basales.

La **corteza cerebral** es una capa de 1,5 a 4 mm de espesor, sumamente plegada con el fin de aumentar su superficie. Se encuentra recubriendo la superficie de ambos hemisferios cerebrales. Consta de seis capas histológicas, las cuales se distinguen entre sí por la forma de sus células nerviosas que, de afuera hacia adentro, son las siguientes: capa molecular o plexiforme, granulosa externa, piramidal externa, granulosa interna, piramidal interna y la capa fusiforme.

En la zona motora de la corteza, la capa piramidal interna presenta células piramidales gigantes o células de Betz, cuyos axones forman parte de los fascículos cortico-espinales. En la corteza, los somas neuronales predominan y proporcionan a esta capa externa del cerebro una apariencia gris. Estas neuronas reciben información sensorial, la procesan, almacenan parte de ella en la memoria para su uso posterior y dirigen los movimientos voluntarios.



Cara interna de un hemisferio cerebral

Los **núcleos basales** son núcleos grises que se localizan en la parte central de cada hemisferio cerebral. Está constituido por el núcleo caudado, núcleo lenticular (formado por el putamen y el globo pálido), antemuro o claustrum y núcleos amigdalinos. El núcleo lenticular y el núcleo caudado forman el cuerpo estriado. Existen otras estructuras que suelen considerarse parte de los núcleos basales, tales como, la sustancia negra, los núcleos subtalámicos y los núcleos rojos.

El núcleo caudado y el putamen controlan los movimientos subconscientes más importantes de los músculos esqueléticos, como el balanceo de los brazos al caminar. Dichos movimientos gruesos también se controlan conscientemente por la corteza cerebral. El globo pálido se encarga de regular el tono muscular que se requiere para los movimientos corporales específicos.

La sustancia negra está conformada por un par de grandes núcleos localizados en el mesencéfalo y cuyos axones terminan en el núcleo caudado y en el putamen[3]. Los núcleos subtalámicos se ubican junto a la cápsula interna y sus principales conexiones lo hace con el globo pálido.

B. Sustancia blanca

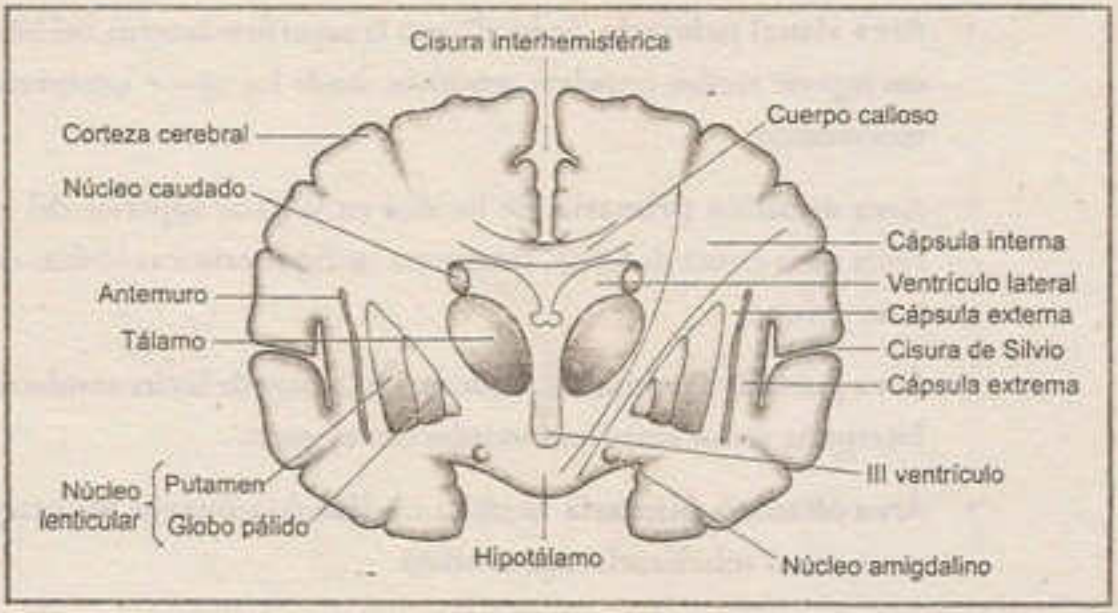
Está constituida por tres tipos de fibras nerviosas: las fibras de asociación, conecta dos zonas de la corteza cerebral de un mismo hemisferio cerebral. Por ejemplo: la cara orbitaria del lóbulo frontal se conecta con el polo temporal a través del fascículo unciforme. Las fibras comisurales conectan la corteza cerebral de un hemisferio cerebral con el otro hemisferio; los más importantes son el cuerpo calloso, la comisura anterior y la comisura posterior. Las fibras de proyección conectan el encéfalo con otras regiones del sistema nervioso central, constituyendo las vías ascendentes o descendentes. El tracto mas importante es el haz piramidal, que pasa por la cápsula interna y que contiene fibras motoras que van de la corteza cerebral a niveles inferiores del sistema nervioso central.

C. Ventrículos laterales

Son dos cavidades localizadas en el interior de cada hemisferio cerebral, cuyas paredes internas están tapizadas por epitelio ependimario, el cual forma parte de los plexos coroideos, que a su vez elaboran el L.C.R. Los ventrículos laterales se comunican con el III ventrículo a través del agujero de Monro.

---

[3] "La enfermedad de Parkinson, también conocida como parálisis agitante, es secundaria a la destrucción difusa de aquella parte de la sustancia negra, que emite fibras nerviosas de dopamina al núcleo caudado y al putamen. La enfermedad se caracteriza por: rigidez de la mayor parte de la musculatura del cuerpo, temblor no intencionado de las áreas afectadas incluso cuando la persona está en reposo, y tiene una gran dificultad para iniciar el movimiento". *Tratado de fisiología médica*. Guyton. A ; Hall. Pág. 788.



Corte coronal de los hemisferios cerebrales

6.1.3. Función

La corteza cerebral, de acuerdo al tipo de señal que procese, se divide en áreas motoras, sensitivas y de asociación.

A. Áreas motoras

- **Área motora primaria**. Se localiza en la circunvolución pre-rolándica del lóbulo frontal. Está formada por regiones que controlan músculos o grupos de músculos específicos.

  Si se estimula eléctricamente cualquier punto del área motora primaria, se desencadenará la contracción de determinadas fibras musculares esqueléticas en el lado opuesto del cuerpo. Todos los músculos están representados por una superficie que es proporcional a la precisión o exactitud de los movimientos que pueden realizar cada uno.

- **Área pre-motora**. Es anterior al área motora primaria. Genera impulsos nerviosos los cuales provocan que un grupo específico de músculos se contraigan con una secuencia específica. Se acepta que en esta área se almacenan patrones aprendidos de comportamiento motor, que pueden ser activados según sea necesario.

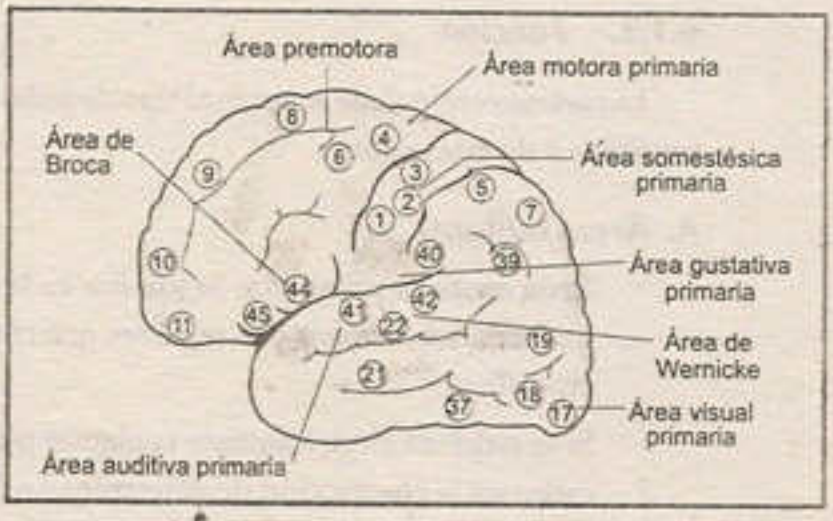
B. Áreas sensoriales

- **Área somatosensorial**. Es el área sensitiva general que se localiza en la circunvolución posrolándica del lóbulo parietal. Recibe los impulsos nerviosos de los receptores sensoriales somáticos del tacto, la propiocepción, el dolor y la temperatura. Su principal función es localizar con exactitud los puntos del cuerpo donde se originan los sensaciones.

- **Área visual primaria**. Se localiza en la superficie interna del lóbulo occipital. Se encarga de recibir impulsos sensitivos desde los ojos e interpreta forma, color y movimiento.
- **Área auditiva primaria**. Se localiza en la parte superior del lóbulo temporal, cerca de la cisura de Silvio. Interpreta las características básicas del sonido, como tono y ritmo.
- **Área gustativa primaria**. Se localiza en la base de la circunvolución posrolándica. Interpreta sensaciones relacionadas con el gusto.
- **Área olfatoria primaria**. Se ubica en el lóbulo temporal. Se encarga de interpretar sensaciones relacionadas con el olfato.

C. Áreas de asociación

Están formadas por vías de asociación que conectan áreas sensitivas con áreas motoras. Se encuentran relacionadas con los procesos psíquicos superiores, las capacidades, la conciencia y la personalidad. Las siguientes áreas son las más importantes:



Áreas funcionales del cerebro según Brodmann

- **Área de Broca**. Se localiza en el lóbulo frontal justo por arriba de la cisura de Silvio. Es el área motora del lenguaje. Se relaciona con la capacidad para expresarse ya sea hablando o escribiendo. Su destrucción provoca afasia motora, que viene a ser la pérdida de la capacidad para articular las palabras; los músculos se pueden contraer, pero no se articulan palabras. Esta área trabaja en estrecha asociación con el área de Wernicke de la corteza de asociación temporal.
- **Área de Wernicke**. Está situada por detrás de la corteza auditiva primaria, en la parte posterior de la circunvolución superior del lóbulo temporal. Es el área sensitiva del lenguaje hablado. Se relaciona con la capacidad para entender el lenguaje hablado y escrito. Su destrucción provoca afasia sensorial, que es la incapacidad de comprender el lenguaje.

- **Área prefrontal**. Es anterior a las áreas motoras, se relaciona con funciones intelectuales, emocionales y sociales. Es importante en la concentración y formulación de juicios, en la planificación e intencionalidad. Se relaciona también con la memoria remota. En esta zona el dolor adquiere importancia emocional, permite a la persona permanecer pendiente y alerta ante las noxas que le aquejen.

6.1.4. Función de integración del cerebro

Las funciones de integración incluyen actividades cerebrales como la memoria, el sueño y la vigilia, así como las respuestas emocionales. Estas últimas serán descritas en el sistema límbico.

A. Memoria.

Es la capacidad de almacenar, evocar, reconocer y localizar hechos y procedimientos (información). Para que una experiencia entre a formar parte de la memoria se producirá un cambio en el encéfalo, que representa la experiencia. Las zonas del encéfalo que están asociadas con la memoria son la corteza de asociación de los lóbulos frontal, occipital y temporal; además de algunas zonas del sistema límbico (hipocampo y núcleo amigdalino) y del diencéfalo.

Una de las características fundamentales del ser humano es la capacidad de incorporar, de forma continua en la memoria, los hechos aprendidos; pero el cerebro hace una selección de aquello que es conveniente almacenar y lo que se debe eliminar, mediante estructuras nerviosas que actúan facilitando la transmisión en la sinapsis (sensibilización) o deprimiéndola (habituación) mediante cambios en la liberación de neurotransmisores.

Tipos de memoria (o de almacenamiento)

- ***Memoria sensorial***. Es aquella información sin procesamiento y que proviene de los sentidos. Se almacena por un lapso brevísimo, incluso menor a un segundo.
- ***Memoria a corto plazo***. Se caracteriza por que la información que se retiene, generalmente no sobrepasa el minuto y el dato almacenado sirve para utilizarlo solo en un determinado momento. Además, decae rápidamente y es de capacidad reducida.
- ***Memoria a largo plazo***. Es aquella en donde la información obtenida dura más tiempo, por lo que puede perdurar minutos, horas, días, meses, años o toda la vida; ello sucede porque el material almacenado en la memoria a corto plazo es significativo o la información ha sido procesada y repasada.

B. Sueño y vigilia

El ser humano duerme y vela a través de un ciclo constante de 24 horas, llamado ritmo circadiano. El sueño es una función periódica con reducción normal de la actividad del organismo y pérdida de la conciencia.

La causa del sueño es aparentemente la fatiga. Cuando el sistema reticular activador ascendente (SARA) se estimula, son muchos los impulsos nerviosos que ascienden hacia el tálamo y que se dispersan hacia amplias zonas de la corteza cerebral. El efecto es un aumento generalizado de la actividad cortical.

El despertar de un sueño profundo también implica un aumento de la actividad del SARA. Casi cualquier tipo de impulso sensitivo aferente puede activar el SARA, por ejemplo: estímulos dolorosos, señales propioceptivas, luces intensas, o el sonido de un despertador. Cuando el SARA se activa, la corteza cerebral también se activa y la persona se despierta.

El electroencefalograma (EEG) es el registro gráfico de la actividad eléctrica cerebral obtenido en la superficie del cuero cabelludo. Presenta las siguientes características:

- ***Ritmo Alfa (α)***. Aparece una actividad eléctrica con una frecuencia de 8-13 Herzios (Hz). Se da en un individuo normal en estado de vigilia y con los ojos cerrados.
- ***Ritmo Beta (β)***. > 13 Hz, con ojos abiertos y cuando el sistema nervioso está activo.
- ***Ritmo Teta (θ)***. 4-7 Hz. Normalmente en niños o en adultos durante el sueño. También aparece en muchos trastornos del encéfalo.
- ***Ritmo Delta (γ)***. < 4 Hz. Ritmo lento generado sobre una lesión encefálica en un adulto despierto, o durante el sueño profundo.

Fases del sueño

1. Fase I: Adormecimiento o transición de vigilia a sueño. Se caracteriza por la aparición de ondas θ.
2. Fase II: Sueño ligero.
3. Fase III: Sueño de profundidad media.
4. Fase IV: Sueño profundo.
5. Fase REM (Rapid eye movements).

- ***Sueño de ondas lentas o no REM (Fase I, II, III y IV)***. La mayor parte del sueño de cada noche es de esta variedad; este es el tipo de sueño profundo, de descanso, que experimenta la persona durante la primera hora de sueño después de haberse mantenido despierto durante muchas horas.

Este tipo de sueño es sumamente reparador y está asociado con un descenso de la frecuencia cardíaca, presión arterial, frecuencia respiratoria, tono muscular y el metabolismo basal.

- ***Sueño REM (Rapid eye movements)***. En una noche de sueño normal suelen aparecer períodos de sueños REM que duran entre 5 y 30 minutos. Se suele asociar con el soñar. Asimismo, es más difícil que la persona despierte mediante estímulos sensoriales y, a pesar de ello, las personas normalmente se despiertan por las mañanas durante un episodio de sueño REM y no de sueño de ondas lentas. En esta fase del sueño también se observa que el tono muscular está sumamente deprimido, el ritmo cardíaco y respiratorio son irregulares, hay aparición a veces de contracciones de la musculatura facial y movimientos rápidos de los globos oculares.

  El cerebro está muy activo durante el sueño REM, y el metabolismo cerebral global puede estar aumentado hasta en un 20%. Asimismo, el electroencefalograma muestra ondas cerebrales semejantes al que aparece durante la vigilia, por lo que se denomina **sueño paradójico**.

6.2. DIENCÉFALO

Está localizado en la parte inferior y central del cerebro y está formado principalmente por el tálamo e hipotálamo.

6.2.1. El tálamo

Se localiza arriba del mesencéfalo y mide aproximadamente 3 cm de longitud. Está constituido por dos masas ovales que, en su mayor parte, son de materia gris organizada dentro de núcleos que forman las paredes laterales del III ventrículo. Con frecuencia, las porciones derecha e izquierda del tálamo están unidas por un puente de sustancia gris, llamado comisura gris.

Función: El tálamo es la principal estación de relevo para todos los impulsos sensitivos que llegan a la corteza cerebral, desde la médula espinal, el tronco encefálico, el cerebelo y otras partes del cerebro. El tálamo también funciona como un centro de interpretación para algunos impulsos sensitivos, como dolor, temperatura, tacto ligero y presión. También se encarga de ciertas emociones y de la memoria.

6.2.2. El hipotálamo

Se localiza debajo del tálamo y forma el piso y las paredes inferiores del III ventrículo. Pesa aproximadamente 4 g y está formado por varios núcleos, los cuales se distribuyen en cuatro regiones principales:

- **Región mamilar**. Zona adyacente al mesencéfalo, que constituye la porción más posterior del hipotálamo. Contiene a los cuerpos mamilares y al núcleo hipotalámico posterior. Los cuerpos mamilares sirven de estaciones de transmisión para los reflejos relacionados con el sentido del olfato.
- **Región tubérica**. Ubicada en la zona media, es la porción mas amplia del hipotálamo y contiene a los núcleos dorsomedial, ventromedial y arqueado. En su parte anterior se encuentra la eminencia media, donde se localizan las neuronas que sintetizan las hormonas reguladoras hipotalámicas, las que son liberadas hacia las redes capilares de la eminencia media para regular las secreciones hormonales de la adenohipófisis.
- **Región supraóptica**. Se localiza por encima del quiasma óptico. Contiene a los núcleos paraventricular, supraóptico, hipotalámico anterior y supraquiasmático.

  Las fibras nerviosas de los núcleos supraóptico y paraventricular transportan las hormonas antidiurética y oxitocina sintetizadas en estos núcleos, hacia la neurohipófisis, en donde son almacenadas para su posterior liberación.
- **Región preóptica**. Es anterior a la región supraóptica y contiene a los núcleos preóptico, periventricular, preóptico interno y preóptico externo. Se encarga de regular actividades autónomas.

Funciones del hipotálamo

- ***Controla e integra al sistema nervioso autónomo o vegetativo***, el cual regula la contracción del músculo liso, del músculo cardíaco y la secreción de muchas glándulas.

  Es así, que a través del sistema nervioso vegetativo, el hipotálamo es el principal regulador de actividades viscerales tales como, la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, movimiento de los alimentos a lo largo del tubo digestivo, etc.
- ***Regulación de la función de la adenohipófisis***. El hipotálamo ejerce una influencia directa en las secreciones de la adenohipófisis, liberando o inhibiendo la secreción hormonal.
- ***Regula la ingesta de alimentos***. La región hipotalámica, encargada de la regulación del apetito, depende principalmente de la interacción de dos áreas: una localizada en el núcleo lateral, llamada "centro del hambre" y otra "centro de la saciedad", medial, ubicada en el núcleo ventromedial.[4]

  Aparentemente los núcleos hipotalámicos responden a niveles sanguíneos de glucosa. Por ejemplo, cuando el nivel de ésta desciende, se estimula el hipotálamo, activando el centro del hambre e inhibiendo el de la saciedad.

[4] "La estimulación del núcleo ventromedial produce suspensión de la ingestión, mientras que las lesiones en esta región producen hiperfagia y, si el suministro es abundante, el síndrome de obesidad hipotalámica". *Fisiología médica*. Ganong, William . Pág. 265.

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

- *Contiene al centro de la sed*. Si estas células del hipotálamo se estimulan cuando el volumen de líquido extracelular se reduce, las células estimuladas provocan la sensación de sed.
- ***Regulación de la temperatura corporal***. El hipotálamo actúa como un termostato. La regulación de la temperatura corporal depende del equilibrio entre la producción y la pérdida de calor. Así, la producción del calor depende de la actividad metabólica y el ejercicio, por ello, el aumento o la disminución de los mismos, implicará un aumento o disminución de la producción de calor. Una disminución en la temperatura corporal, por ejemplo, produce vasoconstricción (para conservar el calor) y escalofrío (para producir calor). Un aumento de la temperatura corporal causa sudación y vasodilatación cutánea.
- ***El hipotálamo también está implicado en las reacciones emocionales***, tales como las manifestación de furia, temor, conducta sexual, aversión y placer.

7 El sistema límbico

Este sistema incluye porciones filogenéticamente antiguas de la corteza cerebral, estructuras subcorticales relacionadas y vías de fibras que interconectan con el diencéfalo y tronco encefálico.

Las funciones básicas del sistema límbico contribuyen a la continuación de las especies, así como a la preservación del individuo. Estas funciones incluyen la conducta para alimentarse, la agresión, los estados emocionales y los aspectos autónomos, conductual y endocrino de las respuestas sexuales. El olfato juega un papel importante para provocar estos tipos de conductas y algunas veces recordarlas.

8 Las meninges

Son membranas conectivas que envuelven y protegen al encéfalo y a la médula espinal. De afuera hacia adentro son las siguientes: **duramadre**, **aracnoides** y **piamadre**. La duramadre se conoce también como paquimeninge. La aracnoides y la piamadre se encuentran unidas entre sí, siendo consideradas como una membrana única, llamada leptomeninge.

8.1. DURAMADRE

Es la meninge mas externa y está constituida por tejido conectivo denso. Posee vasos sanguíneos y se divide en duramadre craneal y duramadre raquídea.

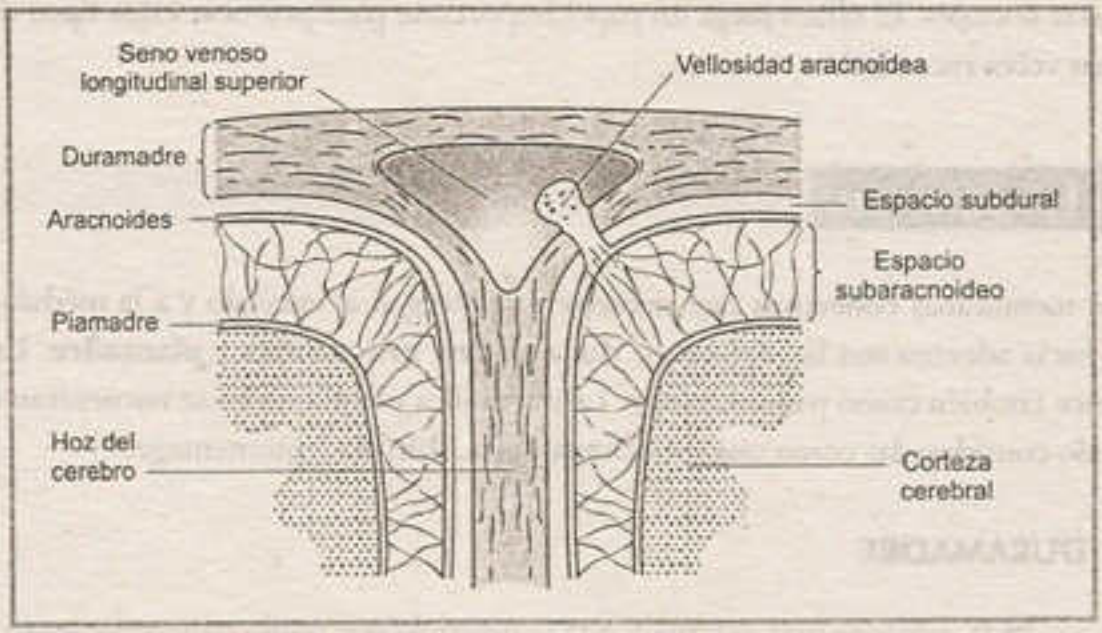
- **Duramadre craneal**. Comprende dos capas (externa e interna). La capa externa o perióstica reviste el interior del cráneo, mientras que la capa interna o meníngea envía tabiques de separación, como son la hoz del cerebro, hoz del cerebelo y tienda del cerebelo. Entre la capa perióstica y la capa meníngea se ubican los senos venosos.
- **Duramadre raquídea**. Se extiende desde el agujero occipital hasta la segunda vértebra sacra. Es un tubo perforado por los nervios raquídeos. Entre ella y la pared del conducto raquídeo se encuentra el espacio epidural, que contiene tejido adiposo y vasos sanguíneos.

8.2. ARACNOIDES

Es la capa intermedia y está constituida por mesotelio y tejido conectivo. No posee vasos sanguíneos. Entre la aracnoides y la duramadre se ubica una cavidad virtual: el espacio subdural, este contiene escaso líquido seroso.

La aracnoides está unida a la piamadre por una red de trabéculas, y entre ambas se ubica el espacio subaracnoideo, por el cual circula el líquido cefalorraquídeo.

En el trayecto de casi todos los senos venosos de la duramadre se observan proyecciones digitiformes de la aracnoides que atraviesan el espacio subdural e invaginan la pared del seno venoso, estas vellosidades aracnoideas permiten el drenaje de líquido cefalorraquídeo del espacio subaracnoideo al sistema venoso. En el adulto muchas de estas vellosidades se calcifican y se denominan granulaciones de Pachioni.



Corte coronal del encéfalo y las meninges

8.3. PIAMADRE

Es la meninge mas interna y está constituida por tejido conectivo. Posee vasos sanguíneos. La piamadre envuelve íntimamente a la médula espinal y el encéfalo. Está unida al tejido nervioso por prolongaciones de los astrocitos, formando la membrana piaglial.

La piamadre se invagina en los ventrículos encefálicos constituyendo los plexos coroideos, los cuales secretan el líquido cefalorraquídeo. Los plexos coroideos están constituidos por epitelio ependimario y tejido conectivo con abundantes capilares sanguíneos.

9 LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO

El líquido cefalorraquídeo (LCR) es un líquido que protege al encéfalo y a la médula espinal. En condiciones normales es cristalino, transparente como "agua de cristal de roca", incoloro e inodoro. Tiene una densidad de 1,005 g/cm^3 y un pH de 7,35. Todo el SNC contiene entre 80 - 150 ml de LCR. Desde el punto de vista químico contiene agua, proteínas, glucosa, ácido láctico, úrea y sales minerales. Contiene también algunos linfocitos.[5]

9.1. FORMACIÓN

El LCR se forma en los plexos coroideos (red de capilares), localizados en los ventrículos encefálicos. La mayor cantidad de LCR se produce en los ventrículos laterales, por transporte activo y pasivo. Las células ependimarias del III, IV ventrículo y del conducto ependimario de la médula espinal, secretan cantidades adicionales de LCR. Diariamente se secretan 500 ml de LCR, por lo que este se recambia, aproximadamente, 3 veces al día.

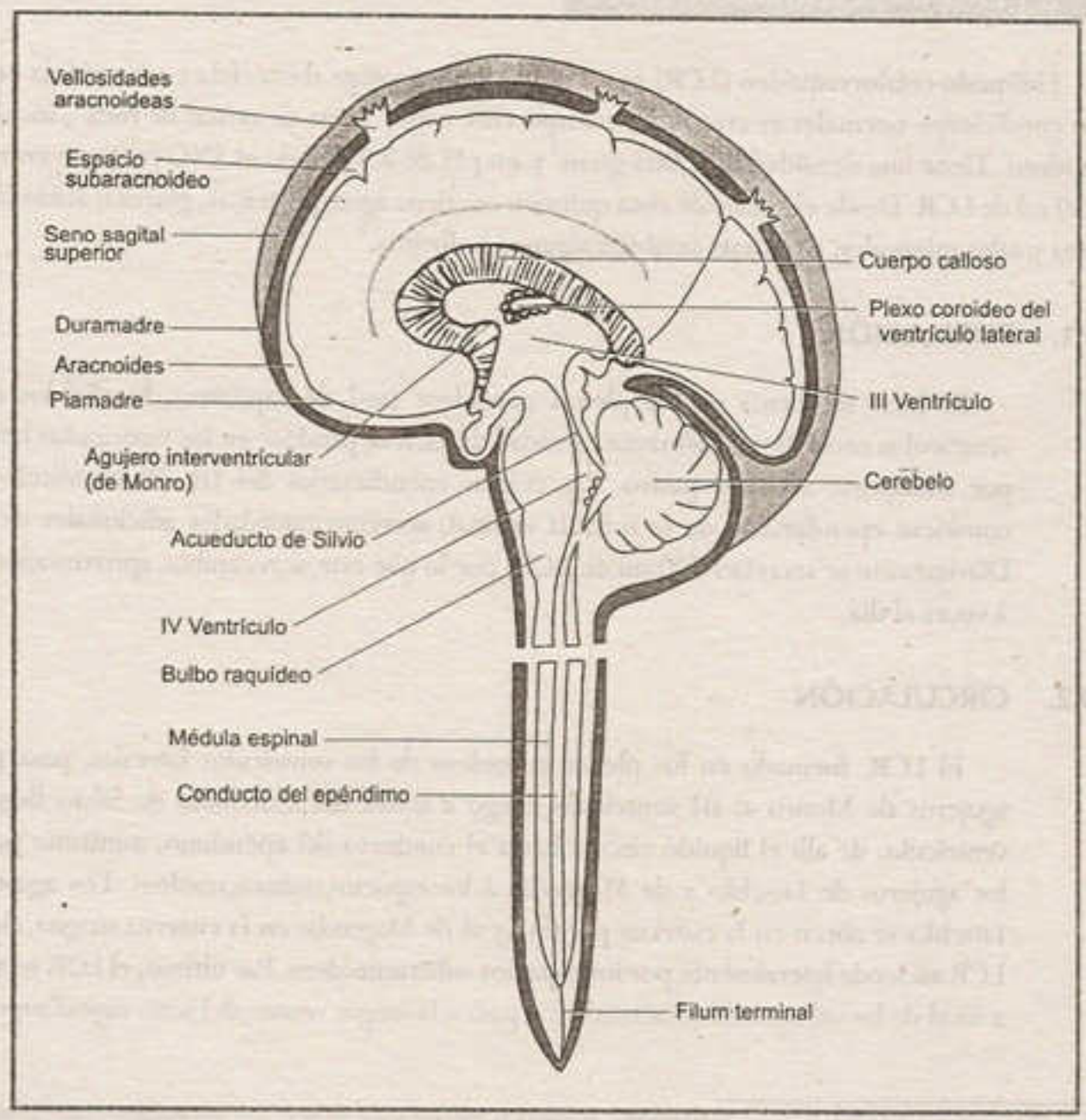
9.2. CIRCULACIÓN

El LCR, formado en los plexos coroideos de los ventrículos laterales, pasa por los agujeros de Monro al III ventrículo; luego a través del acueducto de Silvio llega al IV ventrículo, de allí el líquido circula hacia el conducto del epéndimo, asimismo pasa por los agujeros de Luschka y de Magendie a los espacios subaracnoideos. Los agujeros de Luschka se abren en la cisterna pontina y el de Magendie en la cisterna magna, de allí el LCR asciende lateralmente por los espacios subaracnoideos. Por último, el LCR se absorbe a nivel de las vellosidades aracnoideas y pasa a la sangre venosa del seno sagital superior.

[5] "En procesos infecciosos como la meningitis, aumenta la concentración de proteínas con elevación característica de las globulinas. Igualmente aumentan las proteínas en enfermedades cerebrales como la neurosífilis, los abscesos, la encefalitis viral y los tumores. *Neuroanatomía funcional*. Bustamante, Jairo. Pág. 435.

9.3. FUNCIÓN

- El LCR ejerce una función mecánica de protección, amortiguando los golpes que pudiese recibir una persona, protegiendo de este modo al encéfalo y la médula espinal de sacudidas que, de otra forma, podrían hacer que se golpeara contra las paredes óseas del cráneo y columna vertebral.
- El LCR libera sustancias nutritivas filtradas de la sangre hacia el cerebro y médula espinal y en contraposición, elimina desechos y sustancias tóxicas que se producen en las células del cerebro y médula espinal.



Las meninges en un corte sagital del sistema nervioso central

SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO (SNP)

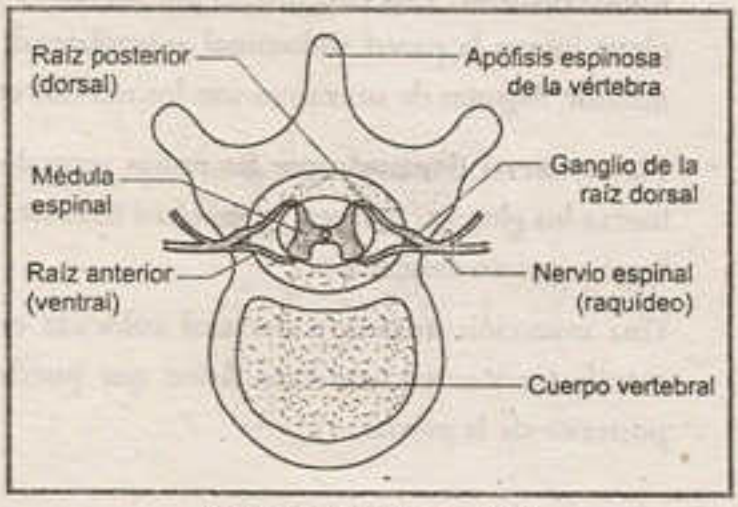
Es el conjunto de ganglios y nervios situados por fuera del sistema nervioso central. Un nervio es un haz de fibras que tienen un destino común y un ganglio es una masa de cuerpos neuronales ubicado en el trayecto del nervio.

El SNP se divide, fundamentalmente, en **nervios raquídeos, nervios craneales** y **sistema nervioso vegetativo**.

1 Los nervios raquídeos (espinales)

Un nervio espinal tiene dos puntos de inserción en la médula espinal: la raíz anterior y la raíz posterior. Ambas se unen para formar el nervio espinal en el agujero intervertebral. Dado que la raíz posterior contiene fibras sensitivas y la anterior posee fibras motoras, los nervios espinales son nervios mixtos.

Un nervio espinal incluye muchas fibras rodeadas por varias envolturas. Cada fibra, sin importar que esté o no mielinizada, tiene una envoltura de tejido conectivo llamado **endoneuro**. Los grupos de fibras y el endoneuro que los envuelve están dispuestos en haces que reciben el nombre de fascículos, y cada uno de estos tiene a su vez una envoltura de tejido conectivo denominado **perineuro**. La envoltura externa, que rodea al nervio completo, es el **epineuro**, que se fusiona con las meninges espinales en el punto en que el nervio sale del conducto raquídeo.



Origen de los nervios espinales

Existen 31 pares de nervios espinales que, de acuerdo a las vértebras por las cuales salen, son 8 pares cervicales, 12 pares dorsales, 5 pares lumbares, 5 pares sacros y un par coxígeo.

Los nervios raquídeos se enumeran y denominan de acuerdo a la región y el nivel de la médula espinal de donde salen. El primer par cervical emerge entre el atlas (primera vértebra cervical) y el hueso occipital. Todos los demás nervios salen de la columna vertebral a través de los agujeros intervertebrales entre vértebras adyacentes.

Después de que un nervio espinal sale por el agujero de conjunción o intervertebral, se divide en una rama dorsal (rama posterior) y una rama ventral (rama anterior). La rama dorsal

inerva la piel y los músculos profundos de la cara dorsal del tronco. La rama ventral inerva la piel y músculos de las caras lateral y ventral del tronco, los músculos superficiales de la cara dorsal del tronco y las estructuras de las extremidades. Las ramas ventrales (anteriores) de los nervios espinales se unen formando redes o plexos antes de inervar la parte correspondiente del cuerpo; estos plexos son el cervical, braquial, lumbar y sacro. Son excepciones de esta regla los nervios dorsales D_2 - D_{12}, cuyas ramas ventrales forman los nervios intercostales, que inervan a los músculos intercostales y la piel de las caras anterior y lateral del tórax.

- **Plexo cervical**. Está formado por las ramas ventrales de los nervios espinales C_1 - C_4. Este plexo inerva la piel y músculos de la cabeza, cuello y parte superior de los hombros. La rama más importante es el nervio frénico que inerva al músculo diafragma, la contracción de este músculo es esencial para la respiración normal (inspiración).
- **Plexo braquial**. Está constituido por las ramas ventrales de los nervios espinales C_5 - D_1. Este plexo inerva por completo el miembro superior, así como varios músculos del cuello y hombros. Algunas de sus ramas son los nervios axilar, radial[6], musculocutáneo, mediano y cubital.
- **Plexo lumbar**. Está constituido por las ramas ventrales de los nervios espinales L_1 - L_4. Este plexo inerva la pared abdominal anterolateral, los genitales externos y parte del miembro inferior. Algunas de sus ramas son los nervios crural (femoral) y obturador.
- **Plexo sacro**. Formado por las ramas ventrales de los nervios espinales L_4 - S_4. Este plexo inerva los glúteos, perineo y miembro inferior. Su principal rama es el nervio ciático, el más largo y grueso del cuerpo.

  Una inyección intramuscular mal colocada en la nalga podría lesionar el nervio ciático, manifestándose en este caso dolor que puede extenderse desde las nalgas hasta la parte posterior de la pierna.

2 Los nervios craneales

Son 12 pares de nervios, de los cuales diez se originan o terminan en el tronco encefálico y todos atraviesan agujeros de la base del cráneo. Estos nervios se designan con numerales romanos y nombres. Los numerales indican el orden en que los nervios salen del encéfalo de adelante hacia atrás, mientras que los nombres corresponden a su distribución o función.

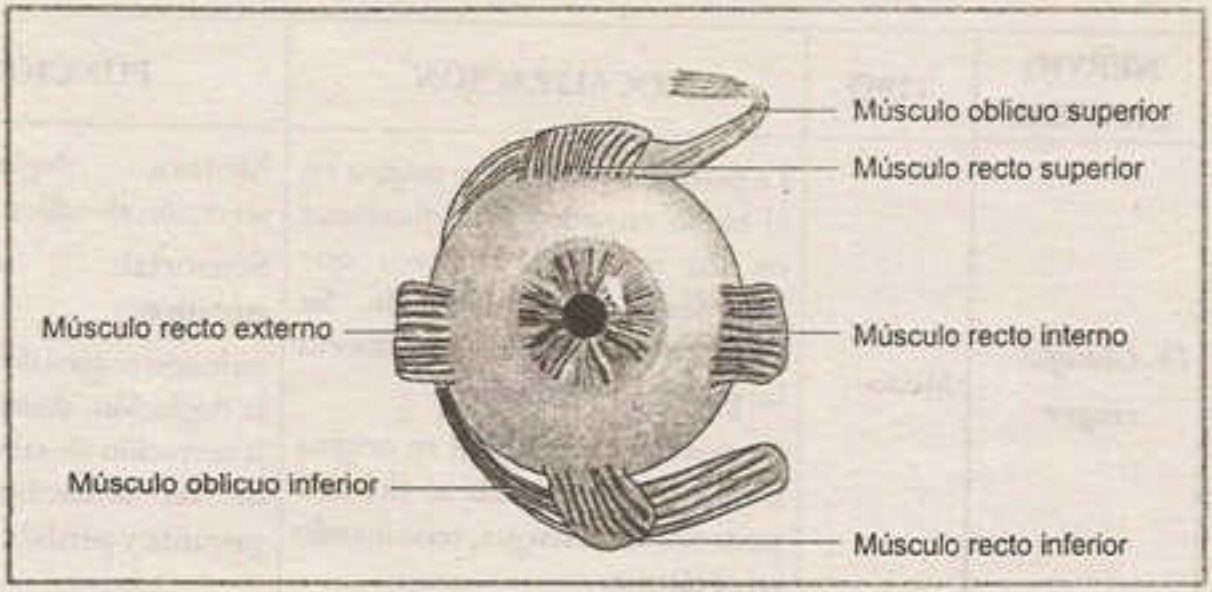
[6] "La lesión del nervio radial se manifiesta por una muñeca caída e imposibilidad de extender la mano en la muñeca. Cuando se administran inyecciones intramusculares en el deltoides, hay que tener cuidado para no lesionar los nervios radial y axilar. *Principios de anatomía y fisiología*. Tortora - Grabowski. Pág. 394.

Algunos nervios craneales solo contienen fibras sensoriales y, por lo tanto, se denominan nervios sensoriales. Los demás incluyen fibras motoras y sensoriales, de tal modo que se denominan nervios mixtos. Otros son exclusivamente motores y su función consiste en estimular la contracción de músculos esqueléticos. Los pares craneales son los siguientes:

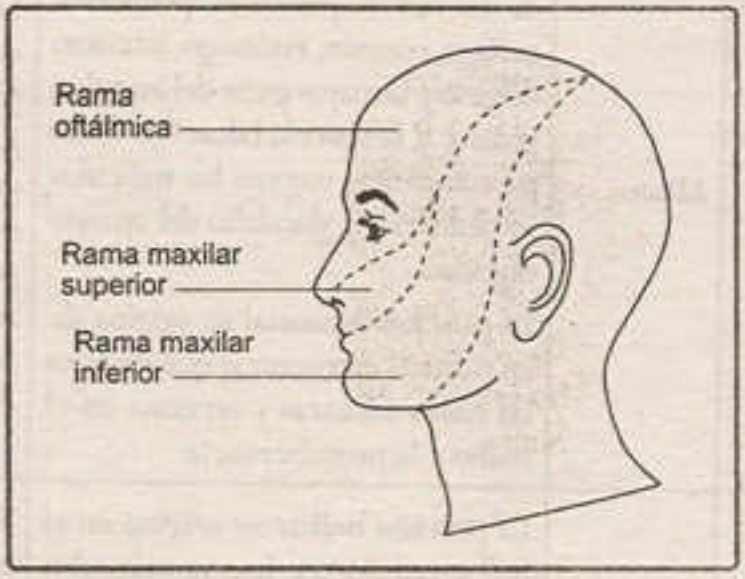
NERVIO CRANEAL	TIPO	LOCALIZACIÓN	FUNCIÓN
I. Olfatorio	Sensorial	Se origina de neuronas de la mucosa olfatoria, en la cavidad nasal; termina en el bulbo olfatorio del cual sale la cintilla olfatoria que termina en el área olfatoria primaria de la corteza cerebral	Olfación. La pérdida de la sensación de olfación se llama anosmia.
II. Óptico	Sensorial	Se origina en la retina, y con el nervio contralateral, forma el quiasma óptico, las cintillas ópticas, el núcleo geniculado externo del tálamo y, por último, termina en el área visual.	Visión. Los defectos de la visión reciben el nombre de anopsia.
III. Motor ocular común	Motor	Se origina en el mesencéfalo y se distribuye en el músculo elevador del párpado superior, en el oblicuo inferior y recto superior, interno e inferior. Da inervación para-simpática al músculo ciliar del globo ocular y al músculo esfínter del iris.	Movimiento de los párpados y del globo ocular. Acomodación del cristalino para la visión de objetos cercanos y constricción de la pupila. Su lesión causa estrabismo, ptosis palpebral, pérdida de la acomodación para la visión cercana y visión doble (diplopía).
IV. Patético	Motor	Se origina en el mesencéfalo e inerva el músculo oblicuo superior o mayor del globo ocular.	Movimiento del globo ocular. En caso de lesión, la cabeza se inclina hacia el lado afectado y surgen diplopía y estrabismo.

NERVIO CRANEAL	TIPO	LOCALIZACIÓN	FUNCIÓN
V. Trigémino	Mixto	La **porción motora** se origina en la protuberancia anular y termina en los músculos masticadores. La **porción sensitiva** se divide en tres ramas: oftálmica, maxilar superior y mandibular, las cuales brindan sensibilidad a la piel de la cara y parte anterior del cuero cabelludo.	**Motora**: masticación **Sensitiva**: transmite sensaciones de tacto, dolor y temperatura de las estructuras que inerva. Su lesión produce la parálisis de los músculos masticadores y pérdida de las sensaciones de tacto y temperatura.
VI. Motor ocular externo	Motor	Se origina en la protuberancia anular y se distribuye en el músculo recto externo del globo ocular.	Movimiento del globo ocular. La lesión impide mover el ojo afectado hacia afuera, el cual está dirigido hacia la línea media.
VII. Facial	Mixto	La **porción motora** se origina en la protuberancia y va a los músculos faciales del cuero cabelludo y cuello. También tiene una distribución parasimpática en las glándulas lagrimales, sublinguales, submaxilares, nasales y palatinas. La **porción sensorial** nace de las papilas gustativas de los 2/3 anteriores de la lengua y atraviesa la protuberancia que envía fibras al tálamo para la transmisión de impulsos a las áreas gustativas de la corteza cerebral.	**Motora**: expresión facial y secreción de saliva y lágrimas. **Sensorial**: interviene en el gusto. La lesión produce parálisis de los músculos faciales, además de pérdida de las sensaciones gustativas.
VIII. Cocleo-vestibular	Sensorial	**Rama coclear**. Nace en el órgano de corti y termina en el tálamo, finalmente llega a las áreas auditivas de la corteza cerebral. **Rama vestibular**. Nace en el oído interno, en los canales semicirculares, sáculo y utrículo, sus fibras van al bulbo raquídeo, protuberancia y terminan en el tálamo. De ahí sus fibras se dirigen al cerebelo.	**Rama coclear**: Audición **Rama vestibular**: Equilibrio La lesión de la rama coclear suele causar sordera. La lesión de la rama vestibular produce vértigo.

NERVIO CRANEAL	TIPO	LOCALIZACIÓN	FUNCIÓN
IX. Glosofaríngeo	Mixto	La **porción motora** se origina en el bulbo raquídeo y se distribuye en los músculos faríngeos que intervienen en la deglución. Su distribución parasimpática inerva las glándulas parótidas. La **porción sensorial** se origina en las papilas gustativas del 1/3 posterior de la lengua, terminando en el tálamo.	**Motora**: deglución y secreción de saliva. **Sensorial**: sensaciones gustativas. Su lesión origina dolor durante la deglución, disminución en la secreción de saliva, pérdida de las sensaciones en la garganta y pérdida del gusto.
X. Vago o neumogástrico	Mixto	**La porción motora** nace en el bulbo raquídeo y termina en los músculos de las vías respiratorias, pulmones, esófago, corazón, estómago, intestino delgado y la mayor parte del intestino grueso, y, la vesícula biliar. Sus fibras parasimpáticas inervan los músculos involuntarios y glándulas del aparato digestivo. La porción sensorial se origina de las mismas estructuras que inervan las fibras motoras y termina en el bulbo y la protuberancia.	**Motora**: Interviene en la deglución. **Sensorial**: Recoge sensibilidad gustativa del paladar blando y parte posterior de la lengua. La sección de ambos nervios en la porción superior del cuerpo dificulta la deglución, paraliza las cuerdas vocales e interrumpe la transmisión de sensaciones de la mayor parte de los órganos que inerva.
XI. Espinal	Motor	La porción bulbar se origina en el bulbo raquídeo e inerva músculos voluntarios de la faringe, laringe y paladar blando. La porción espinal nace del asta anterior de los cinco primeros segmentos cervicales de la médula espinal y se distribuye en los músculos esternocleidomastoideo y trapecio.	**Porción bulbar**: movimientos de la deglución. **Porción espinal**: movimientos de la cabeza y de los hombros. Su lesión ocasiona incapacidad para girar la cabeza o elevar los hombros.
XII. Hipogloso	Motor	Se origina en el bulbo raquídeo e inerva músculos de la lengua.	Movimiento de la lengua durante el habla y la deglución. Su lesión origina dificultades en la deglución, el habla y la masticación.



Inserción de los músculos oculomotores del globo ocular



Inervación sensitiva del nervio trigémino (ramas)

3 El sistema nervioso autónomo o vegetariano

Es un sistema constituido por un conjunto de neuronas que se originan en el sistema nervioso central (SNC), en cuyo trayecto se localizan una serie de ganglios; estas neuronas generan y conducen impulsos nerviosos eferentes involuntarios al **músculo cardíaco**, **músculo liso** y **glándulas**. Por tanto, regula las actividades viscerales y, por lo general, lo hace de manera involuntaria y automática; tal como ocurre en la acomodación para la visión cercana, la dilatación de los vasos sanguíneos, los movimientos del tubo digestivo, etc.

3.1. ESTRUCTURA

3.1.1. Vías eferentes viscerales.

Estas vías tienen dos neuronas eferentes (motoras). Una se extiende desde el SNC hasta un ganglio, mientras que la otra se extiende desde el ganglio al órgano efector (glándula, músculo liso o músculo cardíaco).

La primera de las neuronas eferentes viscerales se denomina neurona pre-ganglionar, su soma se encuentra en el tronco encefálico o médula espinal. Su axón mielinizado se denomina fibra preganglionar que forma parte de un nervio craneal o espinal, luego en algún punto se separa de dichos nervios y viaja en un nervio hacia un ganglio autónomo, en donde hace sinapsis con el soma de la neurona posganglionar que es la segunda neurona en la vía eferente visceral.

La neurona postganglionar se encuentra por completo afuera del SNC, su soma se localiza en ganglios autónomos en donde hace sinapsis con la neurona preganglionar; el axón se denomina fibra postganglionar, es de tipo amielínica y termina en el órgano efector.

3.1.2. Ganglios autónomos

Se divide en tres grupos.

- **Ganglios paravertebrales**: Son 21-22 pares de ganglios que se localizan a cada lado de la columna vertebral y se extienden desde la base del cráneo hasta el cóccix. Pertenecen al sistema nervioso simpático y forman las cadenas simpáticas.
- **Ganglios prevertebrales**: Pertenecen al sistema nervioso simpático. Los ganglios de este grupo se encuentra en posición anterior a la columna vertebral y cercana a las grandes arterias abdominales. Ejm: ganglio celíaco, ganglio mesentérico superior y ganglio mesentérico inferior.
- **Ganglios terminales**: corresponden al sistema nervioso parasimpático. Se localizan dentro o en la proximidad de las estructuras que inervan.

3.1.3. Neurotransmisores (NT)

De acuerdo al NT que se produzca, las fibras autónomas se clasifican en colinérgicas o adrenérgicas.

- **Fibras colinérgicas**: son aquellas que liberan acetilcolina e incluyen:
  - Todos los axones preganglionares simpáticos y parasimpáticos
  - Todos los axones posganglionares parasimpáticos, y
  - Algunos axones posganglionares simpáticos, estos incluyen las glándulas sudoríparas, los músculos piloerectores y los vasos sanguíneos de los músculos esqueléticos.

- **Fibras adrenérgicas**: Son las que producen noradrenalina. La mayoría de los axones posganglionares simpáticos son adrenérgicos; la acción de esta noradrenalina se ve aumentada por la adrenalina y noradrenalina secretadas por la médula suprarrenal.

3.1.4. Receptores

Existen 2 tipos de receptores postsinápticos de acetilcolina: receptores nicotínicos y receptores muscarínicos.

Los receptores nicotínicos se encuentran en las neuronas posganglionares simpáticos y parasimpáticos.

Los receptores muscarínicos se encuentran en todos los efectores inervados por axones posganglionares parasimpáticos y en algunos efectores inervados por axones posganglionares simpáticos.

Existen 2 tipos de receptores muscarínicos: receptores alfa y receptores beta. Los receptores alfa son, por lo general, excitatorio y los receptores beta se consideran generalmente inhibitorios.

3.2. COMPONENTES

El sistema nervioso autónomo o vegetativo se divide, de acuerdo a su estructura y función, en dos partes que actúan por lo general en forma antagónica: el sistema nervioso simpático y sistema nervioso parasimpático.

3.2.1. Sistema nervioso simpático o toraco-lumbar

Sus neuronas se originan en las astas laterales de la médula espinal, en los segmentos dorsales (D_1 - D_{12}) y en los dos primeros segmentos lumbares (L_1 y L_2).

Características

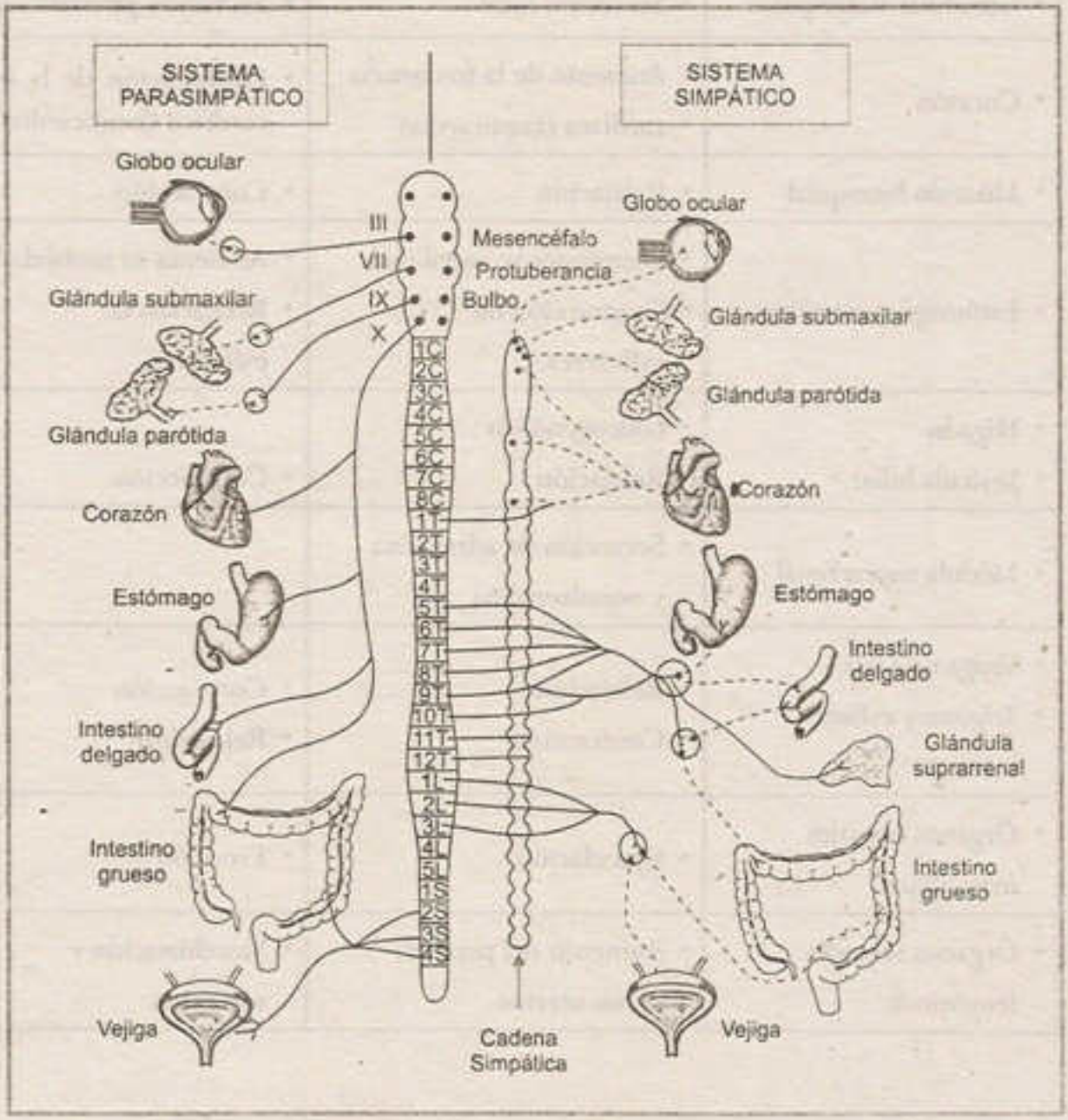
- El soma de la neurona pre-ganglionar se localiza en la médula espinal torácica y lumbar.
- La longitud de la fibra pre-ganglionar es corta, mientras que la longitud de la fibra post-ganglionar es larga.
- El neurotransmisor a nivel de la sinapsis entre la fibra pre-ganglionar y neurona post-ganglionar es la acetilcolina, mientras que el neurotransmisor liberado por las fibras post-ganglionares simpáticas hacia los órganos efectores es la noradrenalina o norepinefrina.

3.2.2. Sistema nervioso parasimpático o craneo-sacro

Sus neuronas pre-ganglionares se originan en núcleos del tronco encefálico y en la región sacra de la médula espinal (S_2 - S_4)

Características

- El soma de la neurona pre-ganglionar se ubica en el tronco encefálico y en la médula espinal sacra.
- La longitud de la fibra pre-ganglionar es larga, mientras que la longitud de la fibra post-ganglionar es corta.
- Los ganglios se encuentran dentro o cerca de los órganos efectores.
- El neurotransmisor que se libera a nivel de la sinapsis entre la fibra pre-ganglionar y la neurona post-ganglionar es la acetilcolina, este mismo neurotransmisor es liberado por las fibras post-ganglionares parasimpáticas en los órganos efectores, siendo responsable de los efectos parasimpáticos.



Estructura de las divisiones simpáticas y parasimpáticas del sistema nervioso vegetativo

RESPUESTA DE LOS ÓRGANOS EFECTORES A LOS IMPULSOS NERVIOSOS AUTÓNOMOS		
Organos efectores	**Simpático**	**Parasimpático**
• Esfínter del iris • Músculo radial del iris	-- • Contracción (midriasis)	• Contracción (miosis) --
• Glándulas lagrimales	--	• Secreción
• Glándulas salivales	• Secreción viscosa	• Secreción acuosa
• Glándulas sudoríparas	• Secreción local	• Secreción generalizada
• Corazón	• Aumento de la frecuencia cardíaca (taquicardia)	• Disminución de la frecuencia cardíaca (bradicardia)
• Músculo bronquial	• Relajación	• Contracción
• Estómago o intestinos	• Disminuye su motilidad • Contracción de esfínteres.	• Aumenta su motilidad • Relajación de esfínteres
• Hígado • Vesícula biliar	• Glucogenólisis • Relajación	• Contracción
• Médula suprarrenal	• Secreción de adrenalina y noradrenalina	
• Vejiga urinaria • Trígono y esfínter interno	• Relajación • Contracción	• Contracción • Relajación
• Órganos sexuales masculinos	• Eyaculación	• Erección
• Órganos sexuales femeninos	• Aumento del peristaltismo uterino	• Vasodilatación y secreción

Lectura I

El espectro clínico de la Neurocisticercosis

La cisticercosis del sistema nervioso es una enfermedad frecuente en el Perú, especialmente en pobladores de áreas rurales y de zonas suburbanas. En este trabajo se presentan los resultados de una investigación clínica, predominantemente prospectiva, hecha en dos hospitales, durante dos años (1993-94). Se examinaron 145 pacientes: 129 adultos y 16 niños. Fueron elementos importantes para el diagnóstico, aparte de la historia y la evaluación física, el estudio tomográfico computarizado, la detección de anticuerpos en el LCR y los resultados del ensayo terapéutico con albendazol. Los principales síndromes de la enfermedad cisticercósica fueron trastornos convulsivos de diversos tipos (76.0%), complejo multifocal sintomático (47.8%) y disturbios mentales (25.3%). En menor proporción se registró meningismo (9.6%), hipertensión endocraneana (5.5%), defecto neurológico focal agudo (4.1%) y encefalitis cisticercósica (2.0%). En conclusión, el espectro clínico de la neurocisticercosis es mucho más variado y complejo que lo descrito en la literatura. Por lo tanto, en nuestro país debe investigarse la posibilidad de cisticercosis en todo niño o adulto con síntomas o signos neuropsiquiátricos.

En este trabajo sobre neurocisticercosis la epilepsia, como síntoma aislado, constituyó el motivo más frecuente de la consulta y fue encontrado en 108 pacientes (76.0%). Sin embargo, frecuentemente se le vio asociarse con otras manifestaciones constituyendo parte del denominado complejo sintomático multifocal. Es importante recalcar que en nuestra casuística el paciente de menor edad que presentó epilepsia por cisticercosis tenía dos años y ocho meses, y el de mayor edad 72 años; lo que indica que esta forma de expresión clínica puede presentarse en todas las edades. Aun más, mientras representan la sintomatología de presentación de la cisticercosis, su similitud con la epilepsia idiopática es muy grande.

En nuestra experiencia, si se hace una historia clínica detallada, orientada a obtener información sobre los múltiples síntomas susceptibles de aparecer en lesiones cerebrales de variada localización, frecuentemente se registran datos del complejo multifocal sintomático de la neurocisticercosis. Así, muchas veces el paciente desestima las parestesias segmentarias, las dificultades en la memoria o en la concentración, los trastornos de la afectividad o del comportamiento. Para otros no es fácil manifestar al médico, en forma espontánea, la percepción de ilusiones o de alucinaciones, por considerar esta información poco importante, vergonzosa o psicógena. Sólo si se logra el interrogatorio dirigido, después de haber obtenido una buena relación con el paciente, se podrá conseguir extensa y valiosísima información.

Por otro lado, las cefaleas esporádicas en el adulto no siempre tienen importancia, ni para el que las padece ni para el médico. Sólo cuando deviene persistente e intensa, acompañada de vómitos y déficit cognoscitivo, llama la atención y obliga a explorar adecuadamente al enfermo.

En el niño de pocos años, toda cefalea requiere minucioso estudio. Es necesario recalcar que es en la práctica médica general donde se tiene la oportunidad de valorar el significado de la cefalea. Infortunadamente, pocos médicos generales exploran el fondo del ojo o las meninges en casos de dolor de cabeza. Estas deficiencias deben subsanarse, insistiendo repetidamente en la necesidad imprescindible de la fundoscopía y en el examen de la nuca en todo paciente afectado de dolor de cabeza.

El estudio tomográfico computarizado del cerebro mostró el patrón característico de esta forma clínica de neurocisticercosis, que tiene predilección por los niños pero que también puede ocurrir en mujeres

adultas. A ese respecto debemos recalcar que la encefalitis cisticercósica es una forma clínica rara pero potencialmente mortal, que se produce por una reacción hiperinmune del huésped frente a la invasión de cisticercos en el parénquima cerebral, que no da signos de localización pero se asocia con crisis convulsivas, disminución de la agudeza visual y moderadas alteraciones de la conciencia.

El tratamiento debe estar orientado a controlar la hipertensión endocraneana. En caso de fracasar los diuréticos y los esteroides, hay que considerar la craneotomía descomprensiva, las punciones lumbares repetidas evacuatorias de LCR y la fenestración del nervio óptico. Las drogas cisticidas están contraindicadas en esta forma grave de cisticercosis, al menos durante la fase aguda de la enfermedad.

Los trastornos psicológicos en el curso de la cisticercosis del sistema nervioso son frecuentes y su presentación clínica es muy variada. Las causas que determinan su aparición podrían ser la localización del parásito en zonas locuaces del encéfalo (lóbulos temporal, frontal, parietal, occipital, hipocampo), el tamaño y la cantidad de la infestación parasitaria, la presencia de edema cerebral, la arteritis con o sin isquemia, la acción tóxica del parásito, la hipertensión endocraneana, la predisposición genética, el factor constitucional, la personalidad, los estados afectivos y los conflictos y tensiones sufridos por el sujeto. Sólo en esa forma se podría explicar porqué frente a un mismo agente patógeno se registran cuadros psicopatológicos tan variados.

En conclusión, las diferentes formas que integran el amplio espectro clínico de la neurocisticercosis simulan ser, en niños y adultos: la epilepsia idiopática, el comportamiento de los procesos expansivos intracraneales, el curso de las demencias degenerativas, el hidrocéfalo comunicante u obstructivo, las diferentes formas de trastornos esquizofrénicos, psicosis afectivas, estados paranoides, afecciones neuróticas o disturbios de la personalidad, así como los desórdenes vasculares ateroescleróticos o hipertensivos.

El estudio tomográfico computarizado mostró quistes únicos grandes o pequeños, quistes múltiples, calcificaciones, granulomas, quistes intraventriculares, hidrocefalia simétrica, edema focal o difuso con sistema ventricular colapsado.

Por dificultades económicas de los pacientes no pudo hacerse controles periódicos con imágenes de todos los casos tratados.

El tratamiento con albendazol, solo o en combinación antihipertensiva intracraneal, produjo mejoría clínica en la mayor parte de los pacientes, a pesar de las controversias, al respecto. Las dificultades para seguirlos por un tiempo suficiente no nos permite pronunciarnos sobre el estado ulterior de nuestros enfermos, los cuales probablemente seguirán expuestos a nuevas reinfestaciones.

Esto último es posible pues la cisticercosis es una enfermedad endémica en la cual la perpetuidad de la infestación se debe a que no se han elaborado y llevado a cabo las diferentes estrategias para el control de esta zoonosis, que ha sido eliminada totalmente en los países industrializados. Nos parece necesario por lo tanto realizar un trabajo multicéntrico con el fin de detectar precozmente los casos de cisticercosis en los departamentos que han demostrado tener mayor prevalencia; efectuar campañas educativas en el país en todas las poblaciones en riesgo; mejorar la legislación y las normas técnicas en relación con la crianza sanitaria del cerdo, la inspección estricta de las carnes por personal profesional; el mejoramiento de los sistemas de agua potable y de los servicios sanitarios, así como la esterilización de las excretas.

Fuente: *Diagnóstico* Vol. 35 N° 4 Julio Agosto 96.

Lectura 2

Enfermedad de Parkinson

¿Qué es la enfermedad de Parkinson?

Gracias a un trabajo pionero publicado en 1817 por el médico londinense James Parkinson comenzó la historia de una entidad que ha cautivado a los científicos por casi dos centurias. La observación de varios ancianos que padecían una extraña dolencia, manifestada por temblores en el cuerpo y dificultad para realizar movimientos preocupó a este investigador, quien decidió comunicar tales hallazgos a la comunidad científica de su época.

Aunque la denominación original fue parálisis agitante, pronto fue conocida como enfermedad de Parkinson, en reconocimiento a su descubridor, cuyo nombre ha permanecido hasta nuestros días.

Causas

Por mucho tiempo el origen de este peculiar padecimiento fue un misterio. Las primeras claves surgieron en la mesa de autopsia: en todos los enfermos existían cambios evidentes en una región del cerebro conocida como sustancia negra (en latín, sustancia nigra). Dicho nombre fue acuñado en razón de su coloración oscura, pues contiene un pigmento llamado neuromelanina, el cual es parecido a la melanina que da color a la piel y los ojos.

En las personas con enfermedad de Parkinson, la sustancia negra era demasiado pálida y el examen cuidadoso con el microscopio reveló como habían desaparecido las células nerviosas (neuronas) en su interior. Dicho fenómeno es debido a la muerte acelerada de las mismas, por razones hasta el momento poco claras.

Décadas más tarde, los científicos encontraron la relación entre los síntomas del padecimiento y los cambios que ocurrían en la sustancia negra. En condiciones normales, las neuronas de esa región producen dopamina, un compuesto químico que le permite al cerebro enviar señales apropiadas a los músculos, para generar movimientos suaves, armónicos y coordinados. En consecuencia, los individuos que tienen deficiencia de dicha sustancia exhiben una gran dificultad para moverse y realizar actividades físicas.

Una pregunta que continúa sin respuesta es: ¿Por qué mueren las células en la sustancia negra?. Varios factores parecen estar implicados: En primer lugar, existe una cierta predisposición hereditaria y los investigadores han descubierto algunos genes relacionados con la enfermedad.

Algunos expertos sospechan que existe un tóxico en el medio ambiente que ataca en forma selectiva esa zona del cerebro y podría contribuir en la aparición de la enfermedad. Sin embargo, nadie ha logrado aislarlo y por eso muchos científicos están en desacuerdo con esa teoría.

Otra hipótesis involucra a las mitocondrias, que son las estructuras encargadas de producir energía dentro de la célula. Así, las neuronas podrían morir por una falla energética. Por último, otros investigadores apoyan la existencia de sustancias oxidantes producidas en forma masiva y que destruyen las neuronas productoras de dopamina.

Signos y síntomas

El mal de Parkinson ataca casi siempre a personas ancianas y es más frecuente conforme avanza la edad. Según las encuestas, 1 de cada 100 individuos mayores de 65 años la sufre, así como 1 de cada 10 después de los 85 años. Aunque existen personas que desarrollan la dolencia antes de los 40 años, como sucedió con el famoso actor de cine Michael J. Fox, es una eventualidad muy rara entre los jóvenes.

La progresión de la enfermedad suele ser lenta y gradual, con incapacidad que empeora a lo largo de varios años. El tiempo que pasa entre el comienzo de los síntomas y el momento del deceso está alrededor de 8 años, pero algunos enfermos han logrado sobrevivir más de 20 años.

Al principio, las manifestaciones son sutiles y es difícil diferenciarlas de los cambios que ocurren con el envejecimiento normal (cabe recordar que en la senectud los movimientos se tornan más lentos). Los problemas iniciales consisten en dificultades leves para realizar movimientos finos como anudar el cordón de los zapatos, cepillarse los dientes o utilizar de manera correcta el cuchillo y el tenedor.

Los familiares notan que el enfermo camina despacio, sus pasos son cortos, arrastra los pies y disminuye el balanceo habitual de los brazos con la marcha. La forma de hablar también es diferente, pues resulta demasiado lenta y en ocasiones difícil de entender.

El temblor es un rasgo característico y suele comenzar en un lado del cuerpo, para luego comprometer el contrario. Asimismo, al tratar de extender o flexionar las diferentes articulaciones, resulta notoria la rigidez de los músculos.

Conforme pasan los años, la precisión y velocidad del movimiento cada vez es menor, lo cual impide realizar las tareas más elementales y la persona comienza a depender de su familia para realizar las actividades cotidianas. Asimismo, aparecen nuevos inconvenientes como fallas en el equilibrio, lo cual ocasiona a veces tropiezos y caídas.

Una de las complicaciones más serias ocurre en las funciones mentales, las cuales se debilitan en un tercio de los enfermos y con el tiempo pierden la memoria, así como la capacidad para resolver problemas y cálculos numéricos. Tales manifestaciones están acompañadas a veces por cambios de comportamiento y alucinaciones, que causan gran preocupación en la familia. Un trastorno frecuente es la tristeza o depresión, que requiere el uso de medicamentos especiales cuando es muy intensa.

Los productos disponibles en el mercado para manejar la enfermedad de Parkinson simulan la acción de la dopamina en el cerebro aumentan la producción de dicha sustancia por parte de las neuronas.

Entre los medicamentos que reemplazan a la dopamina en el sistema nervioso se encuentran agentes como amantadina, bromocriptina, lusurida, pergolida, cabergolina, pramipexol y ropirinol. Son efectivos al principio de la enfermedad, cuando los síntomas son leves, pero sus beneficios desaparecen después de varios años de uso continuo.

Otra estrategia consiste en la utilización de levo-dopa, un agente que es convertido en dopamina por el cerebro y corrige la deficiencia de esa sustancia. No obstante, con el paso del tiempo también pierde sus efectos y el individuo encuentra alivio apenas durante unas horas, mientras que el resto del día está paralizado.

Una opción novedosa que apenas comienza a ser utilizada es la implantación de pequeños marcapasos en esos mismos centros, que producen estímulos eléctricos especiales para mantenerlos en silencio sin necesidad de lesionarlos. Dicha modalidad es conocida como "estimulación profunda del cerebro", pero la tecnología para realizar tales procedimientos es muy sofisticada y sólo está disponible en centros especializados.

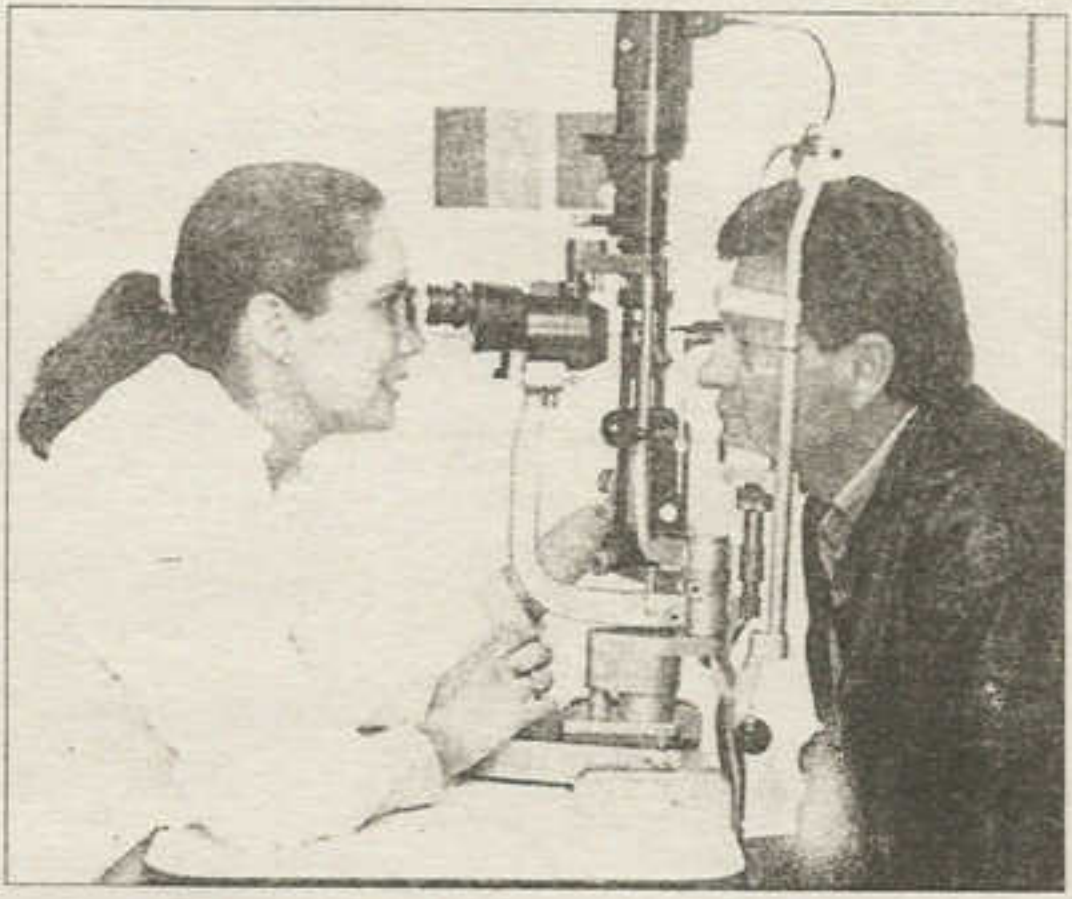
Una nueva alternativa es el trasplante de células embrionarias humanas obtenidas de cerebros fetales. Tales injertos son implantados en los enfermos y comienzan a producir dopamina, reemplazando de esa manera a las neuronas perdidas. Sin embargo, dicha opción ha generado una intensa controversia ética, pues son necesarios 6 a 8 fetos por enfermo para lograr resultados satisfactorios y muchas personas se oponen al uso de tejidos humanos con este fin. Además, en muy pocos lugares del mundo existe la infraestructura necesaria para realizarla y todavía es un procedimiento reservado para unos cuantos privilegiados.

Fuente : www.saludhoy.com/htm/terc/articulo/parkin1.htm

CAPÍTULO

XIII

Sistema sensorial



Los órganos de los sentidos nos permiten captar estímulos del exterior para transformarlos en información nerviosa. Su adecuado funcionamiento necesita de un cuidado permanente y de controles médicos periódicos que nos permita detectar alguna alteración. La visión es un sentido que se afecta con mucha frecuencia: Resulta, probablemente, difícil de imaginar un mundo sin color, sin forma , sin luz (fotografía revista -Essalud).

SISTEMA SENSORIAL

Capítulo XIII

Objetivos

- *Definir un receptor sensorial e indicar sus principales características.*
- *Clasificar los receptores sensoriales en base a su localización, detección del estímulo y estructura.*
- *Conocer la función de los receptores cutáneos, viscerales y propioceptivos.*
- *Establecer diferencias entre los receptores sensoriales y la vía nerviosa del olfato, gusto, visión y audición.*
- *Diferenciar la fisiología del equilibrio estático y dinámico.*

Introducción

Nuestros órganos sensoriales proporcionan al sistema nervioso las únicas vías de comunicación con el mundo exterior. Constantemente captamos señales sensoriales, tanto del medio ambiente como del medio interno.

La recepción sensorial se inicia en órganos que contienen células receptoras especializadas para responder a determinadas modalidades de estímulos. Los órganos sensoriales están situados en diferentes puntos de la superficie y del interior del cuerpo, y constituyen la primera etapa en la recolección de la información sensorial.

Los diferentes tipos de estímulos poseen características que los distinguen unos de otros. Por ejemplo, la estimulación mecánica que produce la sensación de tacto es diferente al de la luz. Además, los estímulos de un tipo determinado pueden diferir en algunos rasgos. La luz puede ser roja o azul, así como los sonidos pueden ser graves o agudos.

Las sensaciones son parte de nuestra experiencia subjetiva, y se generan cuando las señales iniciadas en las células receptoras sensoriales se transmiten, a través del sistema nervioso, hasta zonas determinadas del encéfalo, donde producen señales cerebrales que experimentamos como un fenómeno subjetivo estrechamente asociado al estímulo.

La capacidad para sentir estímulos es vital para la supervivencia humana. Por ejemplo si uno pierde la capacidad para sentir dolor, se hacen frecuentes las quemaduras; una úlcera gástrica puede avanzar sin que el paciente se dé cuenta. La ausencia de visión puede aumentar el riesgo de lesiones al chocar con objetos que no vemos. La pérdida del olfato puede hacernos inhalar un gas tóxico. La pérdida de la audición evita que reconozcamos el ruido de un automóvil. Por tanto, si no podemos "sentir" el ambiente y hacer los ajustes homeostáticos necesarios, no podemos sobrevivir en nuestro medio.

SISTEMA SENSORIAL

Es el conjunto de órganos sensoriales que se caracterizan por presentar receptores sensoriales, los cuales transforman diversos estímulos externos o internos en impulsos nerviosos. Dicha información es procesada en el sistema nervioso central generando mecanismos reguladores y respuestas apropiadas.

1 Elementos

- **Receptor sensorial.** Es la estructura que capta un estímulo y lo transforma en impulso nervioso. Por lo tanto, es considerado como el transductor del sistema sensorial.
- **Vía nerviosa aferente.** Se encarga de conducir el impulso nervioso desde el receptor sensorial hacia el sistema nervioso central.
- **Centro nervioso.** Es una región del sistema nervioso central, donde se realiza la transformación o "transducción" del impulso nervioso en sensación.

  Por ejemplo, a nivel de todos los tejidos orgánicos existen receptores para el dolor, los cuales responden a cualquier tipo de estímulo que sea lo suficiente como para provocar una lesión del tejido. En un dolor a nivel de la piel, el estímulo es transducido en impulso nervioso que será conducido por una vía nerviosa hasta la corteza cerebral (centro nervioso) donde se interpretará el estímulo, haciendo posible la localización exacta de la zona estimulada.

2 Receptores sensoriales

Son células nerviosas, terminaciones nerviosas o células especializadas encargadas de captar estímulos que proporcionan información acerca del estado y variaciones, del medio externo y del medio interno. Generalmente, está asociado con células no nerviosas que lo rodean, formándose así el órgano sensorial.

La función del receptor sensorial se fundamenta en la transducción de energía, es decir, la transformación de una energía en otra. Diversos tipos de energía (mecánica, térmica, electromagnética, química) se transforman en impulsos nerviosos o potenciales de acción, los cuales son propagados por una fibra nerviosa sensitiva.

Por ejemplo, consideremos que no existieran receptores sensoriales para el dolor, en consecuencia un apéndice inflamado podría romperse sin dar señales de alarma, pues no percibiríamos el dolor. Así, el dolor se convierte en un gran signo de alarma, indispensable para una vida normal, puesto que lleva a cabo una función protectora, pero todo ello es gracias a los receptores que informan al sistema nervioso central de lo que en realidad está sucediendo.

Los receptores sensoriales presentan las siguientes características:

- **Especificidad.** Cada receptor está adaptado para responder a una forma particular de estímulo, el cual es mucho más sensible que otro receptor.
- **Adaptación**. Consiste en la disminución de la generación del impulso nervioso por parte del receptor, cuando el estímulo es por tiempo prolongado. Hay receptores de adaptación rápida, como son los de presión, tacto y olfato; y de adaptación lenta como los del dolor, posición de partes corporales e identificación de sustancias químicas presentes en la sangre.
- **Codificación.** Si hay mayor intensidad en el estímulo, el receptor envía mayor número de impulsos nerviosos por unidad de tiempo.
- **Transducción**. Capacidad del receptor, para transformar la energía del estímulo en energía eléctrica (potenciales de acción).

3 Clasificación de los receptores

Según su localización, los receptores sensoriales se clasifican en:

- **Exteroceptores.** Son aquellos que reciben estímulos del medio externo. Se localizan cerca de la superficie del cuerpo. Intervienen en la visión, audición, olfación, tacto, presión, temperatura, dolor.
- **Viscероceptores (interoceptores)**. Son aquellos que reciben estímulos del medio interno. Se localizan en los vasos sanguíneos y vísceras. Captan sensaciones como hambre, sed, náusea, presión arterial, concentración de gases en la sangre.
- **Propioceptores**. Reciben estímulos acerca de la posición y los movimientos corporales. Se localizan en músculos, tendones, articulaciones y oído interno.

De acuerdo al tipo de estímulo que captan, los receptores sensoriales pueden ser:

- **Mecanorreceptores**. Detectan la deformación física del receptor mismo. Captan presión, tacto, deformación, estiramiento, vibración. Ejemplo: husos musculares, receptores tendinosos y articulares, receptores vestibulares.

- **Termorreceptores**. Reciben estímulos correspondientes a variaciones de temperatura. Captan frío y calor.
- **Nociceptores**. Captan estímulos de daño tisular, físico o químico, lo cual se traduce en dolor. Ejemplo: terminaciones nerviosas libres.
- **Fotorreceptores**. Son receptores electromagnéticos que captan la luz. Ejemplo: conos y bastones de la retina.
- **Quimiorreceptores**. Detectan la presencia de sabores en la boca, aromas en la nariz y sustancias químicas (como O_2, CO_2, H_2O y glucosa) en los líquidos corporales. Ejemplo: receptores para el olfato y gusto, osmorreceptores.

Según su estructura, los receptores sensoriales se dividen en:

- **Simples**. Son receptores muy numerosos y diseminados. Se relacionan con las sensaciones generales (cutáneas, viscerales y propioceptivas).
- **Complejos**. Son receptores que solo se encuentran en una o dos áreas específicas del cuerpo. Se relacionan con las sensaciones especiales (olfatorias, gustativas, visuales, auditivas).

4 Sensación

Es la percepción del estado corporal y del medio ambiente que resultan de la traducción de los impulsos nerviosos en la corteza cerebral. La percepción es el proceso mental por el que se reconoce conscientemente un estímulo.

Las sensaciones presentan las siguientes características:

- **Proyección**. Se refiere a la localización de la sensación en el punto en que ocurrió el estímulo.
- **Modalidad**. Cada sensación tiene una característica propia que la diferencia de otra.
- **Post-imágenes**. Algunas sensaciones persisten después de desaparecer el estímulo.

Este fenómeno es lo inverso de la adaptación.

Las sensaciones se clasifican en: **generales** y **especiales**. Las sensaciones generales comprende las cutáneas, viscerales y propioceptivas. Las especiales incluyen, el olfato, gusto, visión, audición y equilibrio.

SENSACIONES GENERALES (SOMÁTICAS)

1 SENSACIONES CUTÁNEAS

Estas sensaciones incluyen las táctiles (tacto, presión, vibración), termorreceptoras (frío y calor) y de dolor. Los receptores de estas sensaciones se localizan en la piel, tejido conectivo y extremos del aparato digestivo. Así los receptores cutáneos se distribuyen por toda la superficie corporal, de manera tal que abundan en ciertas partes y son escasas en otras. Los receptores cutáneos tienen estructura sencilla y consiste en dendritas de neuronas sensoriales, que pueden estar o no envueltas por una cápsula de tejido conectivo o epitelial. Los impulsos generados en los receptores cutáneos se transmiten por neuronas somáticas aferentes de los nervios craneales y espinales hacia el tálamo, y de este al área sensorial general del lóbulo parietal de la corteza cerebral.

1.1. SENSACIONES TÁCTILES

Se divide en las de tacto, presión y vibración.

- **Tacto**: Las sensaciones táctiles, por lo general, son resultado de la estimulación de los receptores táctiles de la piel o los tejidos inmediatamente subyacentes. El tacto "fino" o discriminativo, consiste en una sensación a través de la cual un individuo puede reconocer con exactitud el sitio de su cuerpo donde se originó el estímulo correspondiente. El tacto "burdo" es aquel por el cual el individuo percibe que algo le tocó la piel, pero no puede determinar con exactitud la localización, forma, tamaño o textura del objeto que le tocó.

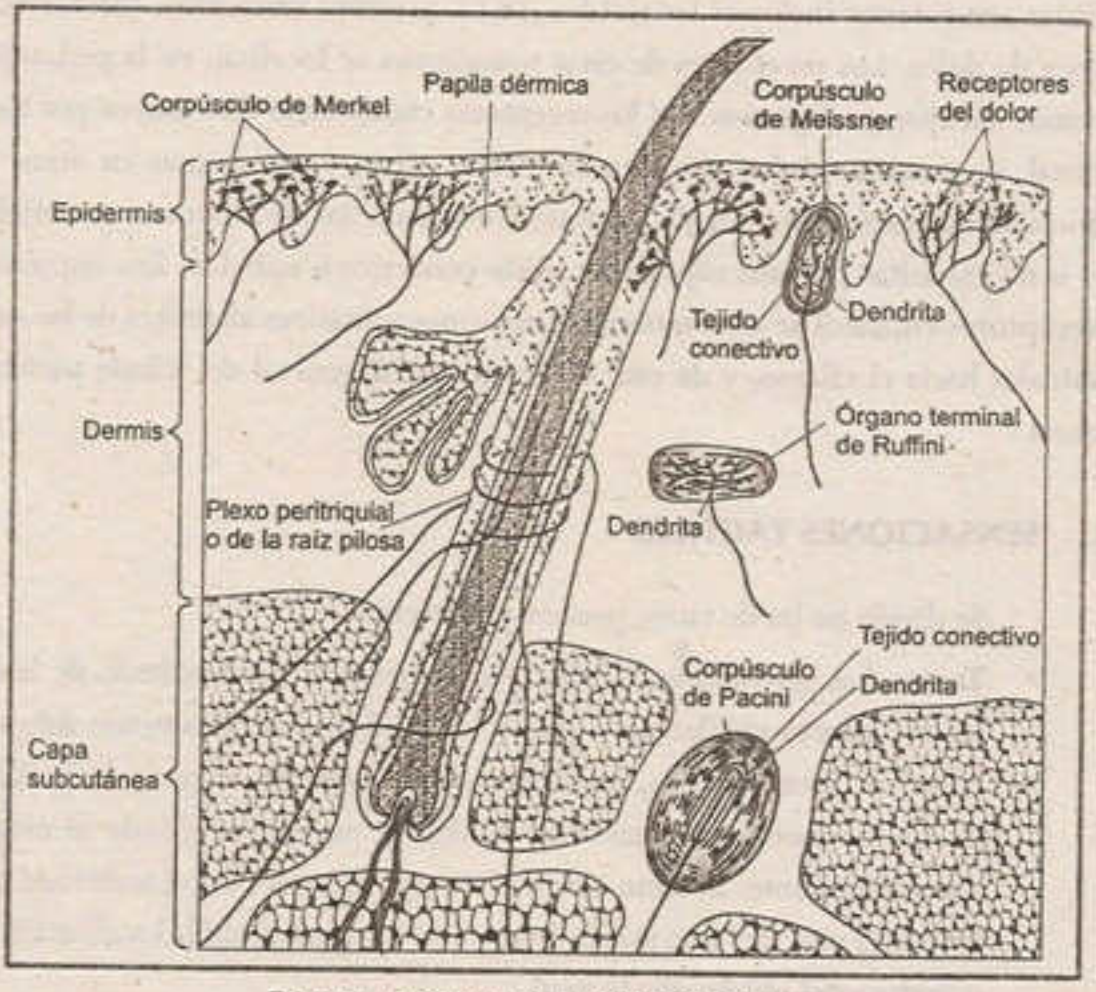
  Entre los receptores táctiles tenemos a las terminaciones nerviosas libres, los discos de Merkel, corpúsculo de Meissner, plexos peritriquiales y corpúsculos de Ruffini.

- **Presión**. Las sensaciones de presión generalmente son resultado de la estimulación de receptores táctiles en los tejidos profundos y son de mayor duración y de intensidad menos variable que los táctiles. Entre los receptores de presión tenemos: terminaciones nerviosas libres, corpúsculos de Ruffini y corpúsculos de Pacini. Estos se localizan en el tejido subcutáneo, tejidos subyacentes a las mucosas, membranas serosas, en torno a articulaciones y tendones, glándulas mamarias, genitales externos en ambos sexos y algunas vísceras.

1.2. SENSACIONES TÉRMICAS

Los termorreceptores que captan el frío y el calor son las terminaciones nerviosas libres, las cuales son más numerosas en las manos y en la cara que en cualquier otra parte del cuerpo.

Los receptores del calor descargan impulsos a temperaturas entre 20 °C y 45 °C, en cambio, los receptores del frío forman impulsos entre 10 °C y 41 °C.



Estructura y localización de los receptores cutáneos

1.3. SENSACIONES DE DOLOR[1]

Los receptores del dolor se denominan nociceptores, los cuales son terminaciones ramificantes de las dendritas de ciertas neuronas sensoriales. Están presentes en casi todos los tejidos y responden a cualquier tipo de estímulo. Cuando se alcanza cierto umbral con

[1] "El dolor que a veces perciben los pacientes a los que se ha amputado una extremidad recibe el nombre de dolor fantasma (sensación de extremidad fantasma). Estas personas siguen experimentando sensaciones tales como prurito, presión, hormigueo o dolor en la extremidad, como si ésta permaneciera todavía en su sitio. Esto sucede porque la porción proximal restante de los nervios sensitivos que previamente recibían los impulsos provenientes de la extremidad sigue emitiendo impulsos". *Principios de Anatomía y Fisiología*. Tortora, G. Pág. 444

los estímulos de otras sensaciones, como los de tacto, presión, calor y frío, estos también generan la sensación de dolor.

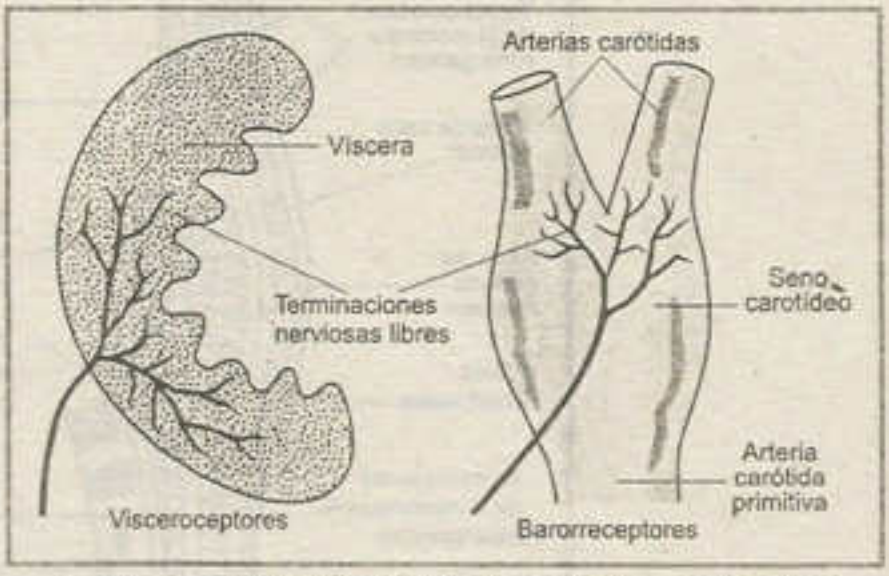
Los receptores de dolor desempeñan funciones de protección al detectar cambios que pondrían en riesgo al organismo, en virtud de su sensibilidad a todo tipo de estímulos.

El dolor puede dividirse en dos tipos: el **dolor somático**, que resulta de la estimulación de receptores de la piel (dolor somático superficial), o la de receptores de los músculos esqueléticos, articulaciones, tendones y fascias (dolor somático profundo); el **dolor visceral**, que proviene de la estimulación de los receptores de las vísceras.

La mayor parte de las sensaciones dolorosas responden a los analgésicos (fármacos), que, generalmente, inhiben la transmisión de impulsos nerviosos en la sinapsis. Por ejemplo, medicamentos como la aspirina, el paracetamol o el ibuprofeno bloquean la formación de prostaglandinas, que son en realidad estimulantes de los receptores.

2 Sensaciones viscerales

Incluyen sensaciones como la repleción, vacuidad, dolor, presión arterial, volumen sanguíneo y concentración de sustancias químicas en el plasma. Sus receptores son terminaciones nerviosas libres y a su vez mecanorreceptores y quimio-rreceptores. Se localizan en las vísceras huecas como la vejiga, estómago, intestinos, útero, vasos sanguíneos, etc.



Esquema que muestra la distribución de las terminaciones nerviosas libres

3 Sensaciones propioceptivas

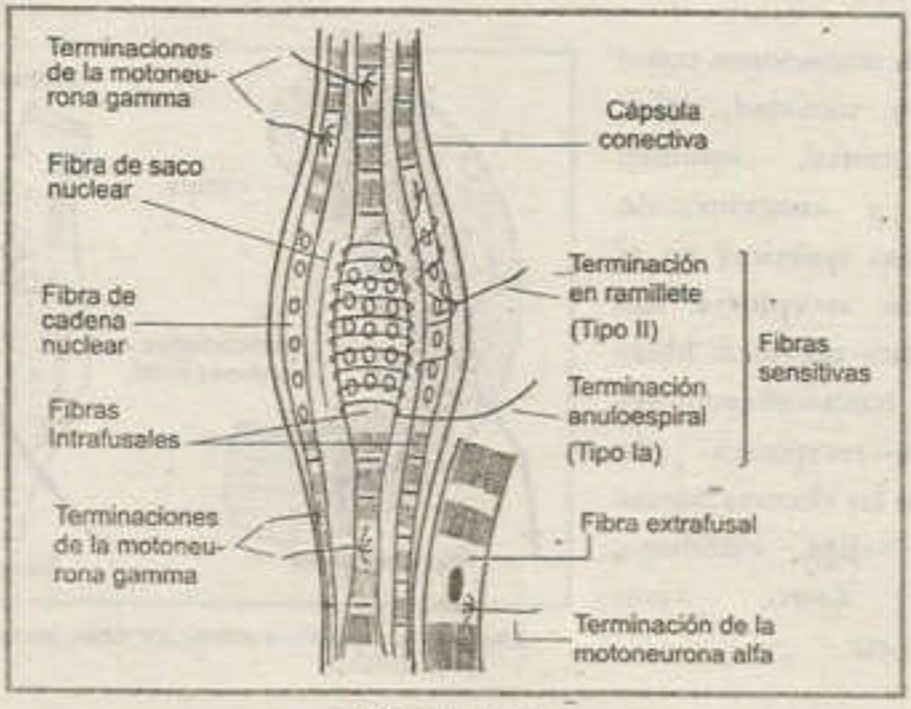
Son las sensaciones conscientes de los movimientos de músculos, tendones y articulaciones, así como del equilibrio. Informan acerca del grado de contracción muscular, tensión presente en los tendones, cambios de posición en una articulación y orientación de la cabeza con relación al suelo, como respuesta a un movimiento (equilibrio). Los receptores propioceptivos se localizan en músculos esqueléticos, tendones, articulaciones, sinoviales y oído interno.

3.1. HUSOS MUSCULARES

Es un conjunto de fibras musculares especializadas que se entremezclan con las fibras esqueléticas habituales. Tienen la función de enviar información al sistema nervioso sobre la longitud muscular o la velocidad a que esta cambia.

Un huso muscular está formado por tres a diez fibras musculares especializadas, muy pequeñas y puntiagudas, llamadas **fibras musculares intrafusales**, cada una de ellas en su región central contiene varios núcleos, pero presenta pocos elementos contráctiles (actina y miosina). El huso muscular está rodeado por fibras musculares esqueléticas habituales, denominadas **fibras musculares extrafusales**.

Una fibra intrafusal contiene dos tipos de fibras aferentes (sensitiva), las cuales provienen de la porción receptora del huso muscular. Las fibras tipo Ia son de conducción rápida (70 - 120 m/s) y de gran diámetro (17 µm en promedio); las fibras de tipo II son de diámetro mas pequeño (8 µm en promedio).



Huso neuromuscular

En consecuencia, debido a que la zona central de una fibra intrafusal no contiene actina y miosina, no se contrae; pero funciona como un receptor sensorial, en tanto los extremos de estas fibras sí contienen filamentos de actina y miosina, por lo que se contraen cuando son estimuladas por neuronas motoras gamma (eferentes) originadas en las astas grises anteriores de la médula espinal. Las neuronas motoras alfa se encuentran al lado de las motoneuronas gamma e inervan las fibras musculares extrafusales.

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

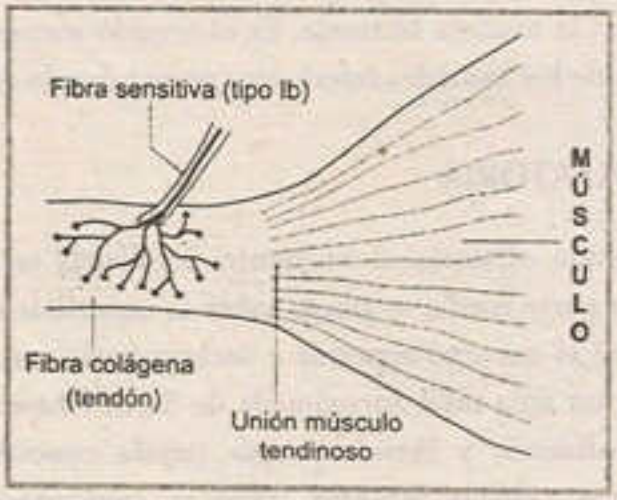
No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

3.2. ÓRGANOS TENDINOSOS

También llamados órganos tendinosos de Golgi. Son propioceptores, localizados en la unión entre los tendones y los músculos, que tienen la función de monitorizar la fuerza de contracción con la que cada músculo desarrolla. Además ayudan a proteger los tendones y a sus músculos correspondientes frente a las lesiones secundarias a una tensión excesiva.



Órgano tendinoso de Golgi

Cada órgano tendinoso está formado por una fina cápsula de tejido conectivo, a la que penetran una o más fibras tipo Ib sensitivas (aferentes), las cuales envían los impulsos nerviosos hacia el sistema nervioso central cuando se aplica tensión a un tendón. Estas fibras nerviosas son grandes (16 µm de diámetro) y de conducción rápida.

La diferencia entre la excitación de los órganos tendinosos y el huso muscular es que este último detecta la longitud del músculo y los cambios en la misma; mientras que el órgano tendinoso detecta el grado de tensión de cada segmento muscular, informando al sistema nervioso de manera instantánea.

3.3. RECEPTORES CINESTÉSICOS ARTICULARES

Se encuentran ya sea en el interior o alrededor de las cápsulas articulares de las articulaciones sinoviales. Los que se encuentran en el interior (encapsulado) son similares a los mecanorreceptores cutáneos tipo II (órganos terminales de Ruffini) y responden a las sensaciones de presión.

Los receptores que están rodeando las cápsulas forman pequeños corpúsculos laminares (de Pacini) y responden a la aceleración y desaceleración del movimiento articular.

Los ligamentos articulares presentan receptores similares a los órganos tendinosos y regulan la inhibición refleja de los músculos adyacentes cuando la articulación está sometida a una tensión excesiva.

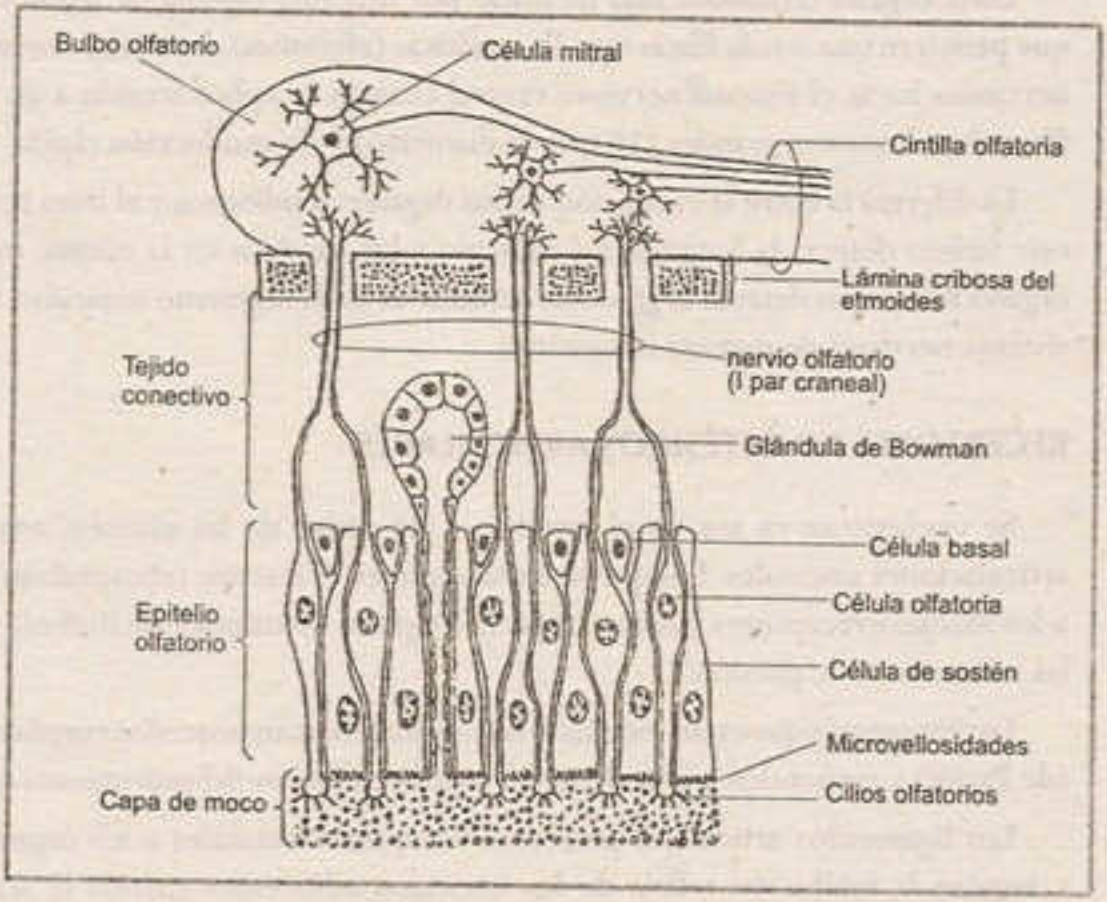
SENSACIONES ESPECIALES

1 SENSACIONES OLFATORIAS

Es un sentido químico que surge de la interacción entre las moléculas y los receptores olfatorios ubicados en la mucosa olfatoria. Es el sentido menos conocido y desarrollado en el hombre, a diferencia de los animales inferiores (perro) donde es más desarrollado.

1.1. MUCOSA OLFATORIA

La membrana olfatoria se encuentra localizada en la parte superior de las fosas nasales. En su parte media se pliega sobre la superficie del tabique y en su parte lateral se pliega sobre el cornete superior e incluso hacia una pequeña porción del cornete medio. Posee un área total aproximada de 5 cm^2. La mucosa olfatoria está constituida por epitelio olfatorio y lámina propia (tejido conectivo). El epitelio olfatorio está constituido por **células basales, células sustentaculares** y **células olfatorias.** Las células basales son pequeñas y dan origen a nuevas células sustentaculares.



Estructura de la mucosa olfatoria

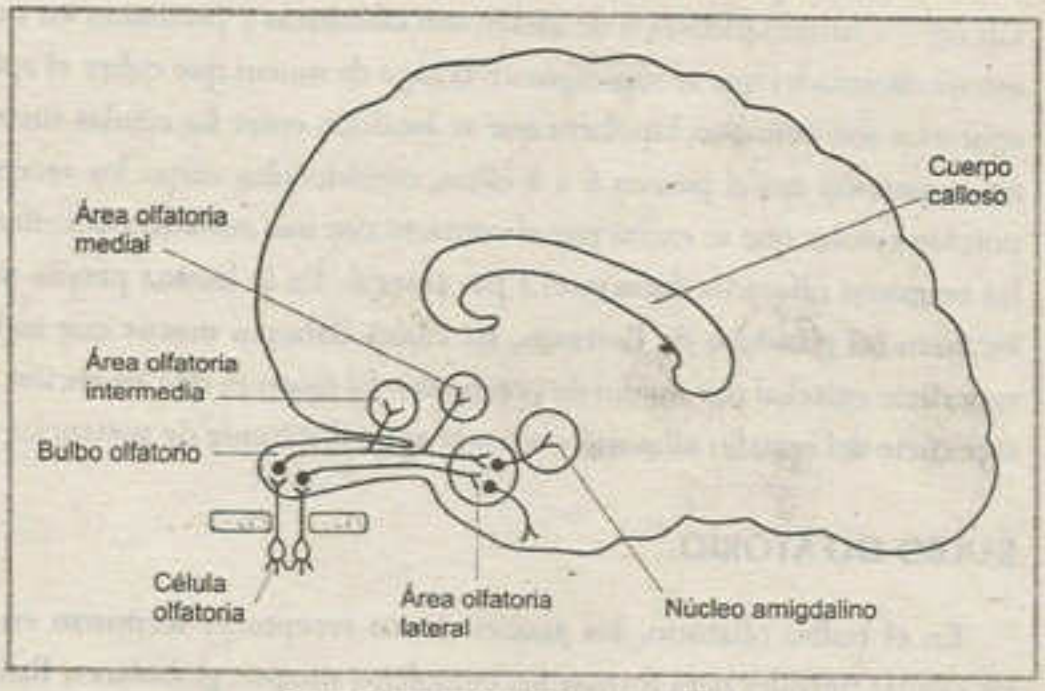
Las células sustentaculares o de sostén son cilíndricas y presentan en su superficie libre, microvellosidades que se sumergen en la capa de mucus que cubre el epitelio. Las células olfatorias son neuronas bipolares que se localizan entre las células sustentaculares y que en su porción apical poseen 6 a 8 cilios, considerados como los receptores; pero es la porción celular que se excita por el contacto con una sustancia odorífera. Los axones de las neuronas olfatorias forman el I par craneal. En la lámina propia de esta mucosa se localizan las glándulas de Bowman, las cuales elaboran mucus que es transportado a la superficie epitelial por medio de conductos. El moco es una secreción que humedece la superficie del epitelio olfatorio y además es un disolvente de sustancias aromáticas.

1.2. BULBO OLFATORIO

En el bulbo olfatorio, los axones de los receptores terminan en las dendritas de las células mitrales para formar los complejos sinapsis globulares, llamados glomérulos olfatorios. Un promedio de 26,000 axones de células receptoras convergen en cada glomérulo. Las células con penacho y las periglomerulares de axón corto participan en la formación de los glomérulos. En la siguiente capa, las dendritas de las células mitrales y granulares forman extensas sinapsis recíprocas. Los axones de las células mitrales pasan posteriormente a través de las estrías olfatorias intermedia y lateral a la corteza olfatoria. Esta última incluye al núcleo olfatorio anterior, la corteza piriforme, el tubérculo olfatorio, la amígdala corticomedial y la corteza entorrinal-transicional. Estas estructuras son parte del sistema límbico. El núcleo olfatorio anterior se relaciona con la coordinación desde la corteza olfatoria contralateral y probablemente, con la transferencia de memoria de un lado al otro. La corteza piriforme, que se proyecta al lóbulo frontal a través del tálamo mediobasal, se relaciona con la discriminación olfatoria y probablemente con la percepción consciente. La amígdala quizá intervenga en las respuestas emocionales a estímulos olfatorios, y la corteza entorrina quizá lo haga con las memorias olfatorias.

1.3. VÍA OLFATORIA

Los axones de las células olfatorias (I par craneal) atraviesan la lámina cribosa del hueso etmoides y llegan al bulbo olfatorio, donde hacen sinapsis con la segunda neurona (células mitrales) cuyos axones forman la cintilla olfatoria, para terminar finalmente en la corteza olfatoria del lóbulo temporal. Se describen tres áreas olfatorias cerebrales: lateral, intermedia y medial.



Esquema que muestra la vía y áreas olfatorias

1.4. FISIOLOGÍA OLFATORIA

La olfación[2] se produce al reaccionar químicamente los cilios de las neuronas olfatorias (quimiorreceptores) con las partículas odoríferas disueltas en el moco que los circunda. Esta reacción genera impulsos nerviosos que llegarán a la corteza cerebral por las vías olfatorias.

Tres son las condiciones que necesita una sustancia química para estimular a los cilios de las células olfatorias: **volatilidad**, para penetrar por las fosas nasales; **solubilidad en agua**, para así atravesar la capa de moco; **solubilidad en lípidos**, para atravesar la membrana de los cilios olfatorios.

1.5. EL OLFATO Y SU RELACIÓN CON EL SEXO Y LA MEMORIA

Existe una relación íntima entre el olor y las funciones sexuales en muchas especies de animales. Por lo cual el uso de los perfumes da amplia evidencia de que una relación semejante existe en la especie humana. Se dice que el sentido del olfato es, generalmente, más agudo en las mujeres que en los varones y lo es más aún en el período de ovulación. El olfato y en menor medida el gusto presentan la característica de desencadenar memorias a largo plazo.

2 "La hiposmia (reducción transitoria de la capacidad olfativa) de los catarros nasales no se debe a una alteración de los nervios olfativos, sino a la incapacidad de las sustancias aromáticas de llegar a la mucosa olfativa debido al edema de la mucosa en general". *Anatomía, texto y atlas*. Lippert, H. Pág. 569

1.6. OLFATEO

La porción de la cavidad nasal, que contienen los receptores olfativos, está precariamente ventilada. En condiciones normales, gran parte del aire pasa suavemente sobre los cornetes nasales con cada ciclo respiratorio, pero también se forman remolinos de aire que llegan a la mucosa olfatoria. Estos remolinos probablemente se originan por convección cuando el aire fresco toca la cálida superficie de la mucosa. La cantidad de aire que alcanza la región de la mucosa olfatoria aumenta mucho por el acto de olfatear, lo cual va a implicar la contracción de la parte inferior de las alas de la nariz sobre el tabique nasal, para forjar la corriente de aire hacia arriba. El olfato es una respuesta semirrefleja que usualmente ocurre cuando la atención es atraída por un nuevo olor.

1.7. ADAPTACIÓN

Es de conocimiento común que cuando una persona está expuesta continuamente, aun al olor más desagradable, la percepción de este decrece hasta desaparecer. Este fenómeno, que a veces resulta benéfico, se debe a la adaptación relativamente rápida que presenta el sistema olfatorio. Esto es específico para el olor particular que se está sintiendo, ya que el umbral para los otros olores no cambia.

2 SENSACIONES GUSTATIVAS

Los receptores sensoriales para el gusto se localizan principalmente en el dorso de la lengua, pero también se encuentran en la faringe, paladar y epiglotis.

2.1. BOTÓN GUSTATIVO

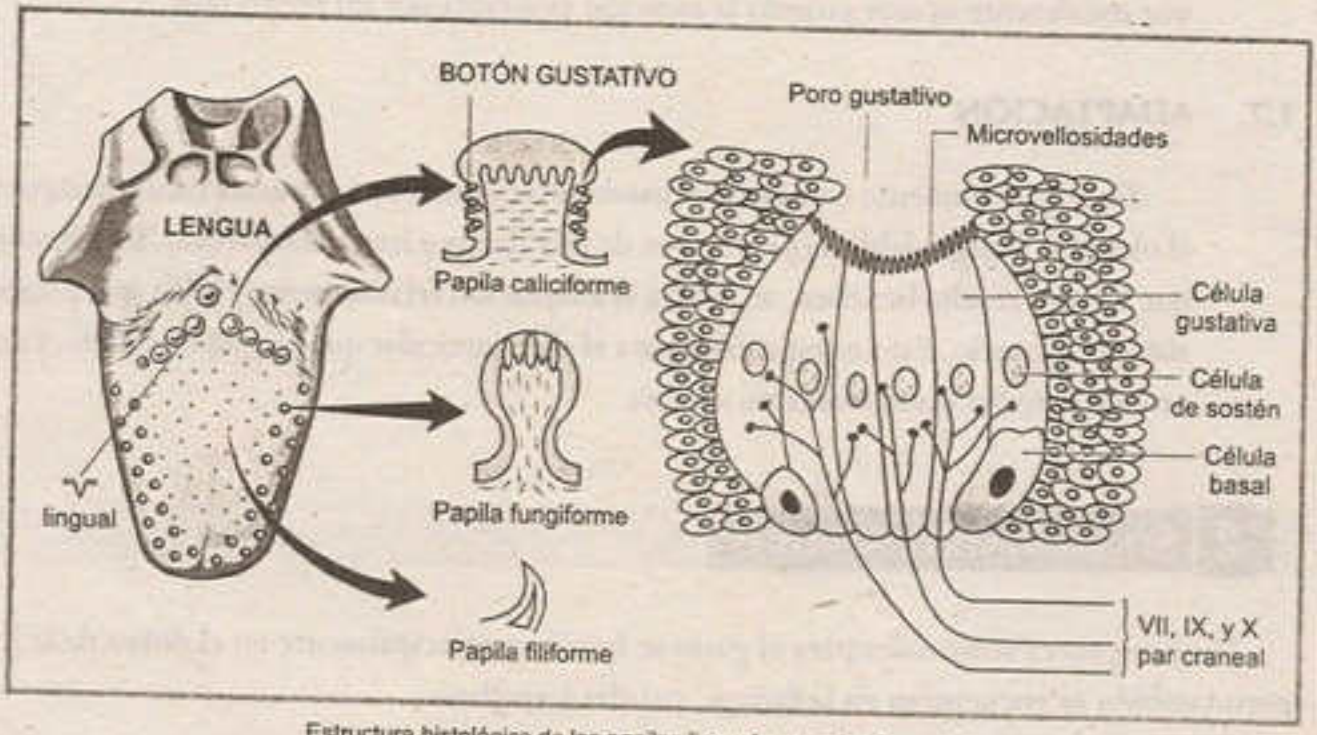
Son estructuras ovoideas de 50 a 70 µm de diámetro y representan los órganos sensoriales para el gusto. Está constituido por **células sustentaculares** o de sostén, **células basales** y de 5 a 18 **células neuroepiteliales** (células gustativas), las cuales constituyen los receptores gustativos. Cada célula gustativa posee microvellosidades, las mismas que se orientan hacia la abertura de la superficie epitelial del botón gustativo, denominado poro gustativo. Entre las células gustativas se encuentra una red terminal ramificada de fibras nerviosas.

En el ser humano existen aproximadamente 10,000 botones gustativos que se localizan principalmente en las papilas linguales y en menor número a nivel del paladar y la faringe.

2.2. PAPILAS LINGUALES

Son elevaciones del epitelio de la parte dorsal de la lengua. Son de tres tipos:

- **Papilas caliciformes o circunvaladas**. Se localizan en la base de la lengua. Son estructuras prominentes en número de 8 a 12 que forman la "V" lingual. Asimismo, contienen abundantes botones gustativos usualmente situados a lo largo de sus lados.
- **Papilas fungiformes**. Son estructuras redondeadas que se localizan en la punta y los lados de la lengua. Cada papila posee hasta 5 botones gustativos.
- **Papilas filiformes**. Se localizan en los dos tercios de la lengua y no contienen botones gustativos.



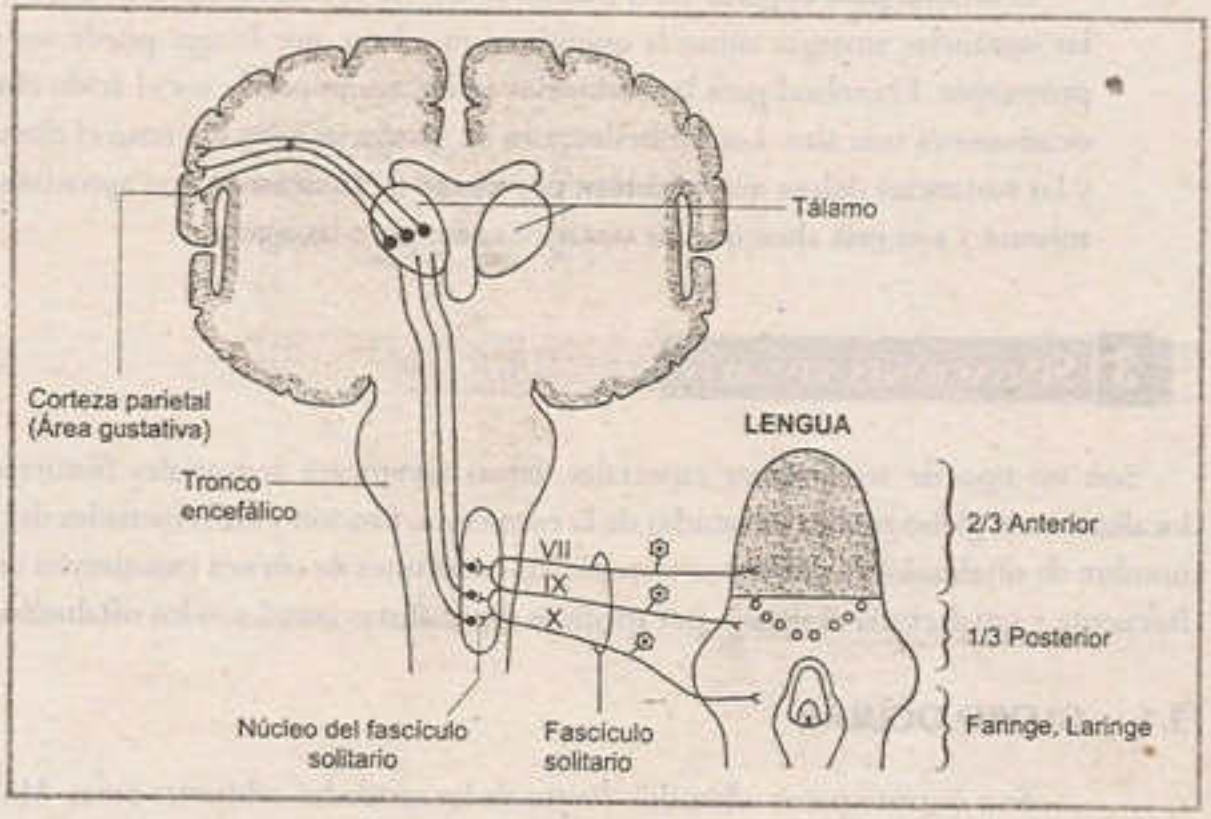
Estructura histológica de las papilas linguales y un botón gustativo

2.3. VÍA GUSTATIVA

Las fibras nerviosas gustativas, que recogen estímulos de los botones gustativos, llegan al tronco encefálico a través de los siguientes nervios:

- Impulsos provenientes de botones gustativos situados en los 2/3 anteriores de la lengua, vía el nervio cuerda del tímpano o intermediario de Wrisberg (VII bis)
- Impulsos provenientes de botones gustativos situados en el 1/3 posterior de la lengua, vía el nervio glosofaríngeo (IX par craneal).
- Impulsos provenientes de botones gustativos que se encuentran en la faringe, paladar y epiglotis, vía el nervio vago (X par craneal).

Todas estas fibras nerviosas se organizan formando el fascículo solitario, llegando hasta el núcleo de este fascículo. En este se localizan las neuronas de segundo orden, cuyos axones terminan en el núcleo ventroposterolateral del tálamo, lugar en el que hace sinapsis con las neuronas de tercer orden, las mismas que enviarán sus fibras hasta el área de proyección gustativa de la corteza cerebral, localizada en el pie de la circunvolución posrolándica.



Esquema que muestra la vía y área del gusto

2.4. FISIOLOGÍA GUSTATIVA

Las células gustativas poseen, en su porción apical, una serie de microvellosidades que sobresalen hacia el poro gustativo y al ponerse en contacto con la sustancia química disuelta en la saliva, generan impulsos nerviosos que se transmiten a las terminaciones nerviosas a ellas adosadas.

Existen 4 sabores básicos o primarios: **dulce, salado, ácido y amargo**. El sabor dulce es captado principalmente en la punta de la lengua, el sabor ácido y salado a los lados, y el sabor amargo en la base de la lengua respectivamente. Cualquier sabor que percibimos resulta de la combinación de los sabores primarios. El sabor amargo es el de mayor sensibilidad sobre los demás, lo que sería de esperar, porque esta sensación cumple una misión protectora importante.

Los receptores gustativos tienen un período de adaptación rápida, correspondiente a los primeros dos o tres segundos después de iniciado el contacto con el alimento, pero su adaptación subsecuente es lenta. Al igual que en la adaptación olfatoria, la gustativa implica un componente psicológico en el sistema nervioso central.

2.5. UMBRALES DEL GUSTO

El umbral para el gusto varía para cada uno de los sabores primarios. El umbral para las sustancias amargas como la quinina es más bajo, por lo que puede ser una función protectora. El umbral para las sustancias agrias, como puede ser el ácido clorhídrico, en ocasiones es más alto. Los umbrales para las sustancias salinas, como el cloruro de sodio y las sustancias dulces que se miden por medio de la sacarosa, son aproximadamente los mismos y son más altos que las sustancias amargas y las agrias.

3 SENSACIONES VISUALES

Son un tipo de sensaciones especiales, cuyos receptores sensoriales (fotorreceptores) se localizan en el globo ocular. El estudio de la estructura, función y enfermedades del ojo recibe el nombre de oftalmología, como por ejemplo los trasplantes de córnea constituyen una operación frecuente y satisfactoria realizado por médicos especialistas como son los oftalmólogos.

3.1. GLOBO OCULAR

Son órganos pares ubicados dentro de las cavidades orbitarias óseas. Mide 25 mm de diámetro antero-posterior y pesa 7 - 7,5 g.

Está constituido por tres túnicas concéntricas que, de afuera adentro, son: **túnica fibrosa**, **túnica vascular** y **túnica nerviosa**, las cuales contienen y mantienen a los medios refringentes.

3.2. TÚNICA FIBROSA

Es gruesa y resistente. Se divide en: córnea (porción anterior) y esclerótica (porción posterior).

- **Córnea (ventana del ojo)**[3]. Es una membrana transparente, avascular y muy inervada, que cubre la sexta parte anterior del globo ocular. Se une a la esclerótica mediante

[3] "Si la córnea se deshidrata (al faltar el parpadeo en la parálisis facial y la distribución de líquido lacrimal a través de la superficie anterior del ojo) o se inhibe en exceso (en las lesiones del epitelio interno con aumento de la penetración del humor acuoso), se vuelve opaca. Lo mismo ocurre pocas horas después de la muerte". *Anatomía, texto y atlas*. Lippert, H. Pág. 523

el limbo esclerocorneal. En el limbo encontramos vasos sanguíneos encargados de irrigar a la córnea. También presenta el conducto de Schlemm, estructura importante para el drenaje del humor acuoso.

La córnea se compone de cinco capas histológicas definidas: epitelio corneal, membrana de Bowman, estroma, membrana de Descemet y endotelio corneal. Posee abundantes terminaciones nerviosas libres que la tornan muy sensible al tacto.

- **Esclerótica**. Constituye el "blanco del ojo". Es una capa resistente y opaca que cubre los 5/6 posteriores del globo ocular. Se encuentra en contacto con la cápsula de Tenón, que la envuelve por fuera y en la cual se insertan los músculos oculomotores. Su opacidad se debe a la irregularidad de las fibras colágenas.

3.3. TÚNICA VASCULAR (ÚVEA)

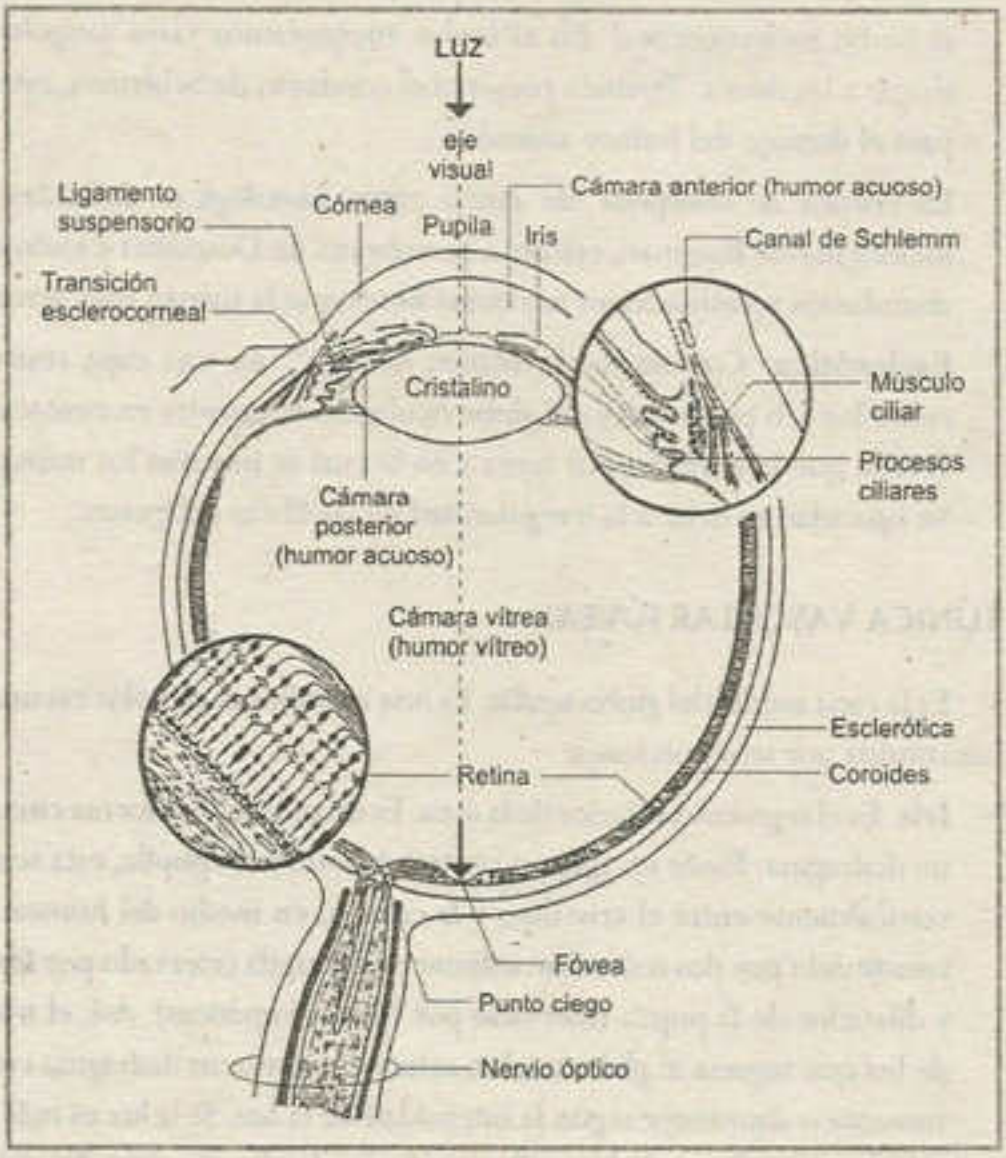
Es la capa media del globo ocular. Es una membrana de color oscuro, que se encuentra constituida por tres porciones:

- **Iris**. Es el segmento anterior de la úvea. Es un músculo de forma circular que actúa como un diafragma. Posee un agujero central denominado pupila, esta se encuentra colocada verticalmente entre el cristalino y la córnea, en medio del humor acuoso. El iris está constituido por dos músculos: esfínter de la pupila (inervado por fibras parasimpáticas) y dilatador de la pupila (inervado por fibras simpáticas). Así, el iris regula la cantidad de luz que ingresa al globo ocular, actuando como un diafragma cuya abertura pupilar aumenta o disminuye según la intensidad de la luz. Si la luz es más intensa, se contrae el músculo esfínter de la pupila, produciendo disminución del diámetro de la pupila (miosis); si la luz es de poca intensidad, el diámetro pupilar aumenta al relajarse el esfínter y contraerse el músculo dilatador de la pupila (midriasis).

  Las células pigmentadas del iris son responsables del color del ojo, en tanto la cantidad de melanocitos determina la variación de color del ojo; por ejemplo, si hay escasos melanocitos, el iris tendrá un aspecto azul.

- **Cuerpo ciliar**. Es la zona intermedia y más gruesa de la úvea. Está constituido por el músculo ciliar, que está inervado por fibras parasimpáticas y actúa en la acomodación del cristalino y los procesos ciliares (repliegues de tipo glandular), cuya función es producir el humor acuoso.

- **Coroides**. Se encuentra situada entre la esclerótica y la retina, ocupando los 2/3 posteriores del globo ocular. Está constituido por tejido conectivo laxo con abundantes vasos sanguíneos y células pigmentarias. Se encarga de brindar irrigación a la retina y la esclerótica.



Esquema que muestra la estructura del globo ocular

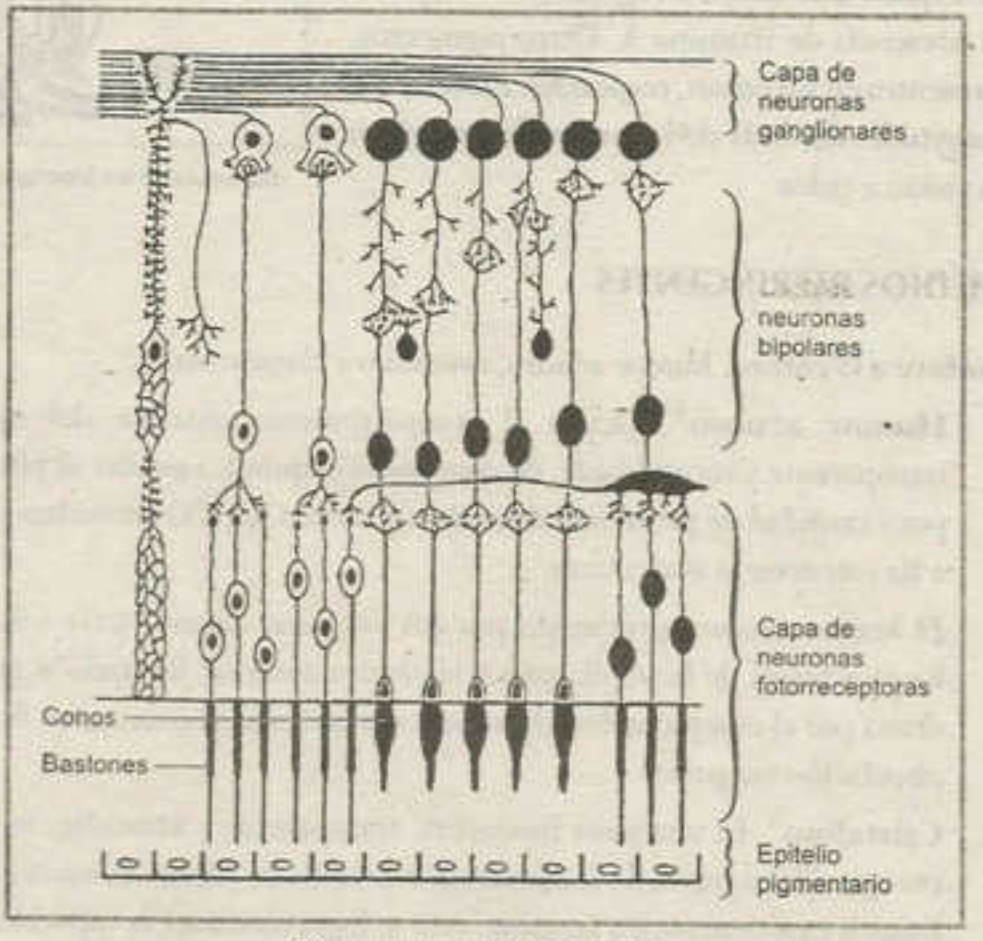
3.4. TÚNICA NERVIOSA O RETINA

Es la capa más interna del globo ocular y comprende una porción anterior, no sensorial, y una porción posterior funcional u óptica, que vendría a ser la estructura fotorreceptora.

La retina óptica o nerviosa reviste la coroides desde el punto ciego hasta la ora serrata. Presenta una depresión poco profunda, denominada **fóvea**. Alrededor de la fóvea está la mancha amarilla o mácula lútea. La fóvea solo está constituida por conos y es la zona de mayor agudeza visual, es decir, a este nivel se forma la imagen con gran nitidez. Muy cerca de la fóvea se localiza el punto ciego o papila óptica, que viene a ser la zona por la cual emerge el nervio óptico, además, es insensible a la luz, debido a que no posee fotorreceptores.

Con excepción de la fóvea, el punto ciego y la ora serrata, la retina, vista en corte transversal, posee 10 capas, que de afuera hacia adentro son:

- Epitelio pigmentario.
- Capa de conos y bastones
- Membrana limitante externa
- Capa nuclear externa
- Capa plexiforme externa
- Capa nuclear interna
- Capa plexiforme interna
- Capa de células ganglionares
- Capa de fibras del nervio óptico
- Membrana limitante interna



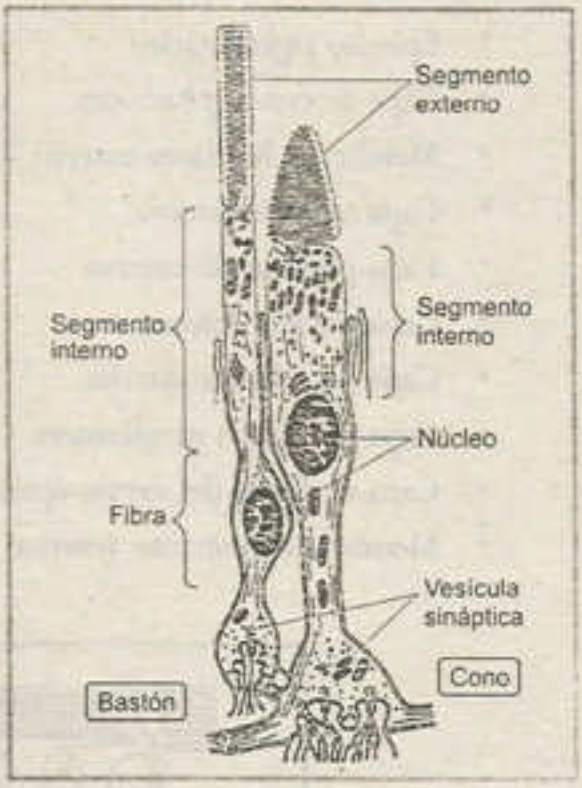
Componentes celulares de la retina

Pero toda esta complejidad de la retina se simplifica solo en tres neuronas. La primera neurona representada por los fotorreceptores; la segunda, por las neuronas bipolares y la tercera constituida por las neuronas ganglionares.

Las dendritas de las neuronas fotorreceptoras, según su forma, se denominan bastones o conos, los mismos que se encargan de generar impulsos nerviosos cuando son

estimulados por la luz. Los conos, en menor número (7 millones), son responsables de la visión con luz intensa (visión diurna) y visión de colores. Los **bastones**, en mayor número (120 millones), son responsables de la visión con luz escasa (visión nocturna).

Los conos y los bastones contienen pigmentos fotosensibles que están implicados en la conversión de los rayos luminosos a impulsos nerviosos. La rodopsina (púrpura visual), por ejemplo, es un pigmento que se encuentra en los bastones, se decolora cuando se expone a la luz y su regeneración requiere la presencia de vitamina A. Otros pigmentos, presentes en los conos, responden a diferentes longitudes de onda de la luz visible y originan la visión a color.



Estructura de los fotorreceptores (cono y bastón)

3.5. MEDIOS REFRINGENTES

Incluye a la córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo.

- **Humor acuoso**[4]. Ocupa el compartimiento anterior del ojo. Es un líquido transparente y recambiable, de composición química similar al plasma, pero con muy poca cantidad de proteínas. Además, contiene O_2 y CO_2 disueltos y sirve de nutrición a las estructuras avasculares.

  El humor acuoso, producido por los procesos ciliares, pasa a la cámara posterior, luego a través de la pupila pasa a la cámara anterior, llegando al ángulo iridocorneal, drena por el conducto de Schlemm hacia las venas acuosas para, finalmente, pasar a la circulación sanguínea.

- **Cristalino**[5]. Es una lente biconvexa, transparente y avascular. Se encuentra fijado al cuerpo ciliar a través de la zónula ciliar (zónula de Zinn). Tiene la función de formar la imagen exactamente en la retina, esto se logra mediante la capacidad de acomodación. La acomodación nos permite enfocar objetos cercanos y distantes, lo cual se hace por un cambio en la curvatura del cristalino.

4 "El glaucoma es una patología causada por el aumento de la presión intraocular. Se puede deber a la secreción excesiva de humor acuoso o a la obstrucción del drenaje normal de la cámara anterior".

5 "La principal causa de ceguera es la pérdida de la transparencia del cristalino que recibe el nombre de catarata. Este problema es frecuente en personas de edad avanzada, pero también puede ser secundario a traumatismos, exposición a la luz ultravioleta, algunos medicamentos (esteroides) o complicaciones de otras enfermedades (diabetes)".

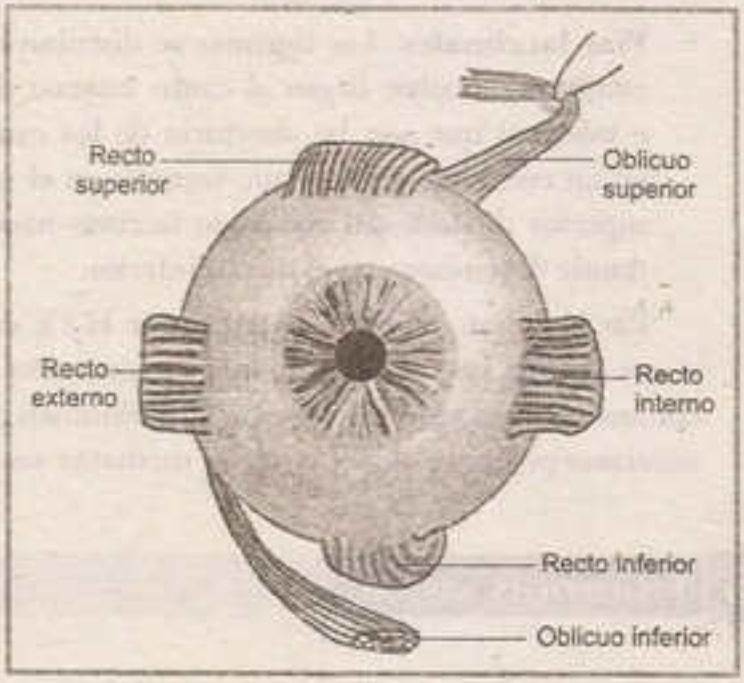
- **Humor vítreo**. Es una masa transparente, de consistencia gelatinosa, que ocupa el compartimiento posterior del ojo. Contiene agua (99%), ácido hialurónico y fibras colágenas. A diferencia del humor acuoso, no es intercambiable después de su formación en el período embrionario.

4 ANEXOS DEL GLOBO OCULAR

twitter.com/calapenshko

4.1. MÚSCULOS EXTRÍNSECOS

Se denominan también músculos oculomotores. Son seis músculos que reciben el nombre de recto externo, recto interno, recto superior, recto inferior, oblicuo superior (mayor) y oblicuo inferior (menor). El músculo oblicuo superior o mayor está inervado por el IV par craneal y el músculo recto externo se encuentra inervado por el VI par craneal. El resto de los músculos oculomotores son inervados por el III par craneal. La acción combinada y exactamente controlada de estos músculos permite los movimientos vertical, lateral y rotatorio del ojo.



Músculos extrínsecos del globo ocular derecho

4.2. CONJUNTIVA

Es una membrana mucosa transparente que reviste la superficie interna de los párpados (conjuntiva palpebral) y cubre la esclerótica de la porción anterior del ojo (conjuntiva bulbar). Cuando los vasos sanguíneos de la conjuntiva bulbar se dilatan y congestionan, debido a irritación local o infección, los ojos se notan enrojecidos.

4.3. PÁRPADOS

Son dos láminas delgadas que limitan la cara anterior de la cavidad orbitaria. Los párpados superior e inferior están separados por la hendidura palpebral que expone la parte anterior del globo ocular. Cada párpado está cubierto por fuera por piel y revestido en el interior por conjuntiva. En el borde, se unen la piel y la conjuntiva, observándose 2 ó 3 hileras de

pestañas que se renuevan constantemente. El párpado contiene tres tipos de glándulas: las glándulas tarsales o de Meibomio, glándula de Zeis y las glándulas de Moll. La infección de las glándulas de Meibomio produce, en el párpado, un quiste que recibe el nombre de **chalazión**, mientras que la infección de las glándulas de Zeis se denomina **orzuelo**.

4.4. APARATO LACRIMAL

Es un conjunto de estructuras que tienen por objeto la producción y drenaje de las lágrimas, que sirven para lubricar y desplazar partículas extrañas de la superficie del ojo. Posee dos porciones:

- **Glándulas lacrimales**. Se encuentran localizadas en la porción superior y anterolateral de cada órbita. Se encargan de la producción de lágrimas.
- **Vías lacrimales**. Las lágrimas se distribuyen uniformemente en la superficie de la conjuntiva ocular; llegan al canto interno donde se localizan dos puntos (superior e inferior) que son las aberturas de los canalículos lacrimales, luego estos se unen en un conducto común que termina en el saco lacrimal. El saco lacrimal es la parte superior dilatada del conducto lacrimo-nasal que se extiende hasta la cavidad nasal donde desemboca en el meato inferior.

Las lágrimas están compuestas por H_2O, sales minerales, cierta cantidad de moco y una enzima bactericida llamada lisozima. Por lo tanto, mantienen la humedad de la conjuntiva y del epitelio de la córnea, eliminan por lavado todo material extraño del ojo, asimismo protegen al globo ocular mediante sus propiedades bactericidas.

5 FISIOLOGÍA VISUAL

5.1. FORMACIÓN DE IMAGEN EN LA RETINA

Para que se forme una imagen en la retina se requiere de los siguientes eventos, todos relacionados con el enfoque de los rayos de luz.

5.1.1. Refracción de los rayos de luz

La refracción es el cambio de trayectoria que experimenta un rayo de luz al atravesar medios transparentes de diferentes densidades.

Los rayos que entran al ojo desde el aire sufren refracción en los siguientes puntos:

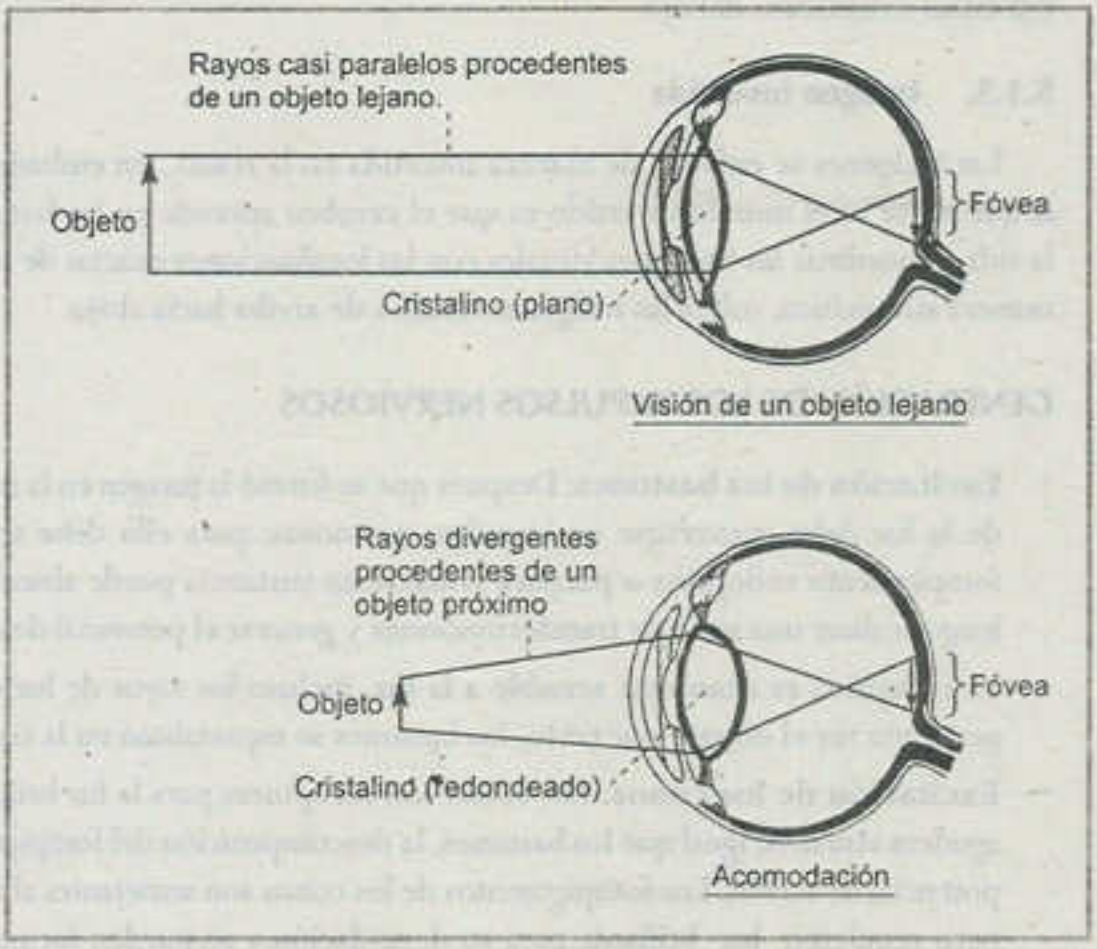
- La superficie anterior de la córnea: del aire pasa a la córnea que es más densa.
- La superficie posterior de la córnea, en la medida que pasan hacia el humor acuoso menos denso.

- La superficie anterior del cristalino, en la medida que pasan del humor acuoso hacia el cristalino más denso.
- La superficie posterior del cristalino, en la medida que pasan del cristalino al humor vítreo menos denso.

5.1.2. Acomodación del cristalino

El cristalino tiene la capacidad de cambiar la fuerza de enfoque del ojo, haciéndose moderadamente curvo en un momento y muy curvo en otro. Por ejemplo, cuando el ojo enfoca un objeto cercano, el cristalino se curva mucho con el objeto de doblar los rayos hacia la fóvea. Este aumento en la curvatura del cristalino se denomina acomodación, para ello el músculo ciliar se contrae jalando el proceso ciliar y la coroides hacia el cristalino; en cambio, en la visión lejana, el músculo ciliar se relaja y el cristalino se hace más plano.

Con la edad, el cristalino pierde gradualmente su elasticidad y su capacidad de acomodación. Esta condición se denomina **Presbicia** y suele aparecer después de los 40 años, dicho problema se corrige con facilidad mediante el uso de anteojos para leer o lentes de aumento.



Cambios que ocurren en el globo ocular, fundamentalmente en el cristalino, durante la visión de un objeto lejano y durante la visión cercana (acomodación)

5.1.3. Constricción de la pupila

Se realiza a través de la contracción del músculo del esfínter del iris. La constricción de la pupila significa la disminución del tamaño del diámetro del orificio a través del cual entra la luz al ojo. Esta acción se da simultáneamente con la acomodación del cristalino. De esta manera, los rayos de luz que entran a la periferie del cristalino no llegan al foco de la retina, de lo contrario originaría visión borrosa.

5.1.4. Convergencia

Debido al alineamiento de las órbitas en el cráneo, los seres humanos enfocan sus ojos hacia enfrente y ven solo un grupo de objetos, esto recibe el nombre de visión binocular sencilla; este tipo de visión se presenta cuando los rayos de luz de un objeto se dirigen hacia los puntos correspondientes en las dos retinas.

Si luego de enfocar un objeto distante, nos movemos más cerca del objeto, los ojos deben rotar hacia adentro para que los rayos de luz de un objeto golpeen el mismo punto de ambas retinas; a esta rotación interna se denomina convergencia. Mientras más cerca esté el objeto, mayor es el grado de convergencia necesaria para mantener la visión binocular sencilla. Para todo este proceso, se necesita la acción coordinada de los músculos extrínsecos del ojo.

5.1.5. Imagen invertida

Las imágenes se enfocan de manera invertida en la retina, sin embargo, la razón por la que no se ve el mundo invertido es que el cerebro aprende en las fases tempranas de la vida a coordinar las imágenes visuales con las localizaciones exactas de los objetos y, de manera automática, voltea las imágenes visuales de arriba hacia abajo.

5.2. GENERACIÓN DE LOS IMPULSOS NERVIOSOS

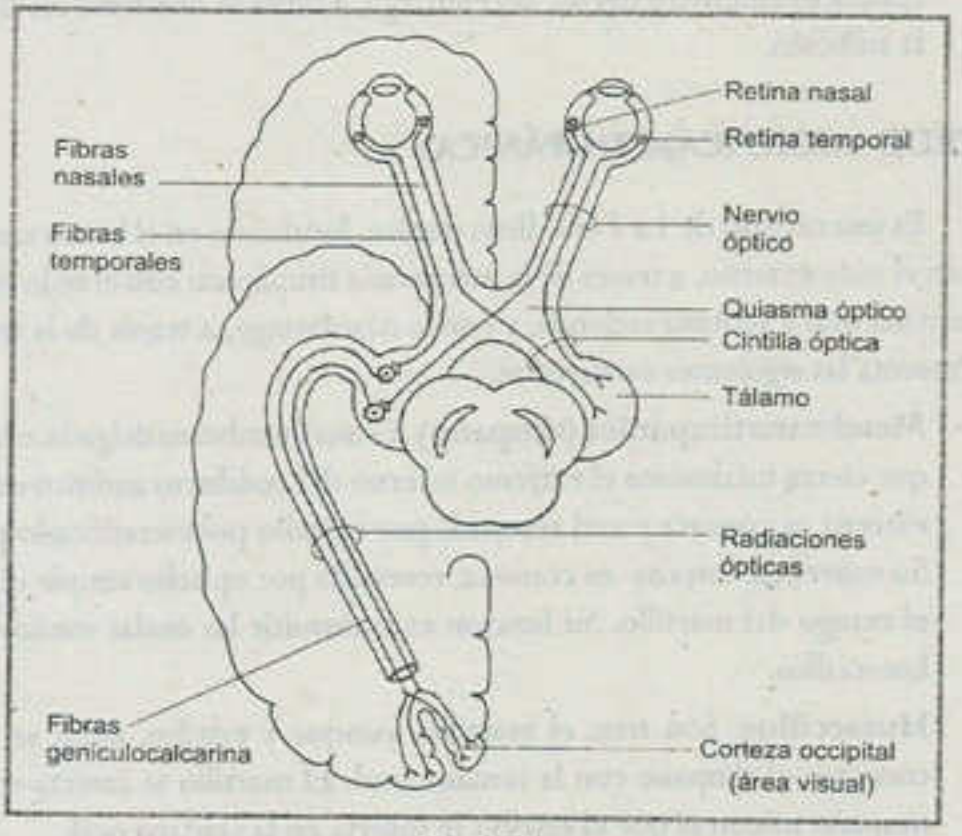
- **Excitación de los bastones**: Después que se formó la imagen en la retina, la energía de la luz debe convertirse en impulsos nerviosos, para ello debe transformarse el fotopigmento rodopsina o púrpura visual. Esta sustancia puede absorber la luz, para luego realizar una serie de transformaciones y generar el potencial de acción.

  La rodopsina es altamente sensible a la luz, incluso los rayos de luz de la Luna nos permiten ver el objeto; por tanto, los bastones se especializan en la visión nocturna.
- **Excitación de los conos**: Los conos son receptores para la luz brillante, el color y agudeza visual. Al igual que los bastones, la descomposición del fotopigmento produce potencial de acción. Los fotopigmentos de los conos son semejantes al de los bastones, pero requieren luz brillante para su degradación y se pueden formar nuevamente con rapidez.

5.3. VÍA VISUAL

Luego que los impulsos nerviosos abandonan las retinas, se dirigen hacia atrás por los nervios ópticos. En el **quiasma óptico**, todas las fibras de la mitad nasal de cada retina se cruzan al lado contrario, donde se unen a las fibras que proceden de la retina temporal del otro lado para formar las cintillas ópticas. Las fibras de cada cintilla óptica hacen sinapsis en el núcleo geniculado lateral dorsal del tálamo y desde aquí las fibras geniculocalcarinas van por medio de la radiación óptica a la corteza visual primaria en el área calcarina del lóbulo occipital.

El análisis de la vía aferente del cerebro revela que el campo visual de cada ojo se divide en dos regiones: mitad nasal (interna) y mitad temporal (externa). Para cada ojo, los rayos de luz de un objeto, en la mitad nasal del campo visual, caen en la mitad temporal de la retina. Los rayos de luz de un objeto, en la mitad temporal del campo visual, caen en la mitad nasal de la retina. Como resultado, el área visual primaria de la corteza cerebral del lóbulo occipital derecho interpreta las sensaciones visuales del lado izquierdo de un objeto por medio de la vía de los impulsos nerviosos, desde la mitad temporal de la retina del ojo derecho y la mitad nasal de la retina del ojo izquierdo.



Vía visual

6 SENSACIONES AUDITIVAS Y DEL EQUILIBRIO

Los receptores de la audición y del equilibrio se localizan en el oído. El oído anatómicamente se divide en tres regiones:

6.1. OÍDO EXTERNO

Está constituido por dos porciones:

- **Pabellón auricular (oreja)**. Es una expansión en forma de concha que se proyecta desde la superficie lateral de la cabeza. Presenta un esqueleto de cartílago elástico, revestido por una piel suave, muy vascularizada y con abundante inervación sensitiva. Tiene la función de captar las ondas sonoras y conducirlas hacia el conducto auditivo externo.
- **Conducto auditivo externo**. Es una estructura tubular de 2,5 cm de longitud que se extiende desde el pabellón auricular hasta la membrana timpánica. Está constituido por dos porciones: una ósea y la otra cartilaginosa. Se encuentra revestido por piel con pelo y glándulas ceruminosas que producen el cerumen; tanto el cerumen como los pelos tienen función protectora. Generalmente, el cerumen se seca y sale del conducto auditivo externo, sin embargo, a veces se condensa en el conducto alterando la audición.

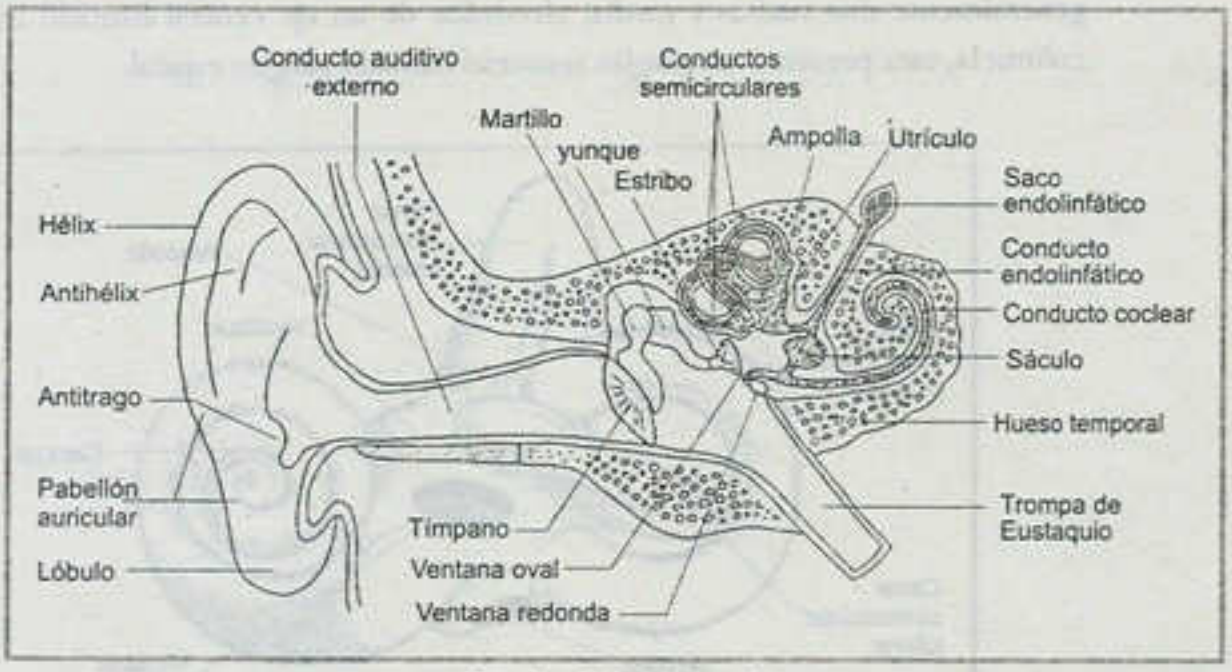
6.2. OÍDO MEDIO (CAJA TIMPÁNICA)

Es una cavidad de 1 a 2 cm^3 llena de aire, localizado en el hueso temporal. Se comunica con el oído externo, a través de la membrana timpánica; con el oído interno, a través de la ventana oval y ventana redonda; y con la nasofaringe, a través de la trompa de Eustaquio. Presenta las siguientes estructuras:

- **Membrana timpánica (tímpano)**. Es una membrana delgada, oval y semitransparente que cierra totalmente el extremo interno del conducto auditivo externo. Su superficie externa es cóncava y está revestida por epitelio poliestratificado plano queratinizado. Su superficie interna es convexa, revestida por epitelio simple cúbico y en ella se fija el mango del martillo. Su función es transmitir las ondas sonoras hacia la cadena de huesecillos.
- **Huesecillos**. Son tres: el martillo, yunque y estribo, estos se articulan entre sí y conectan el tímpano con la ventana oval. El martillo se inserta en la cara interna del tímpano mientras que el estribo se inserta en la ventana oval.

  Los huesecillos están unidos al oído a través de ligamentos y músculos. El músculo del martillo se une al martillo en su posición interna, limitando así el movimiento y

aumentando la tensión de la membrana timpánica para evitar el daño del oído interno al exponerse a los sonidos altos. El músculo del estribo o estapedio sujeta al estribo por atrás, evitando así que se mueva demasiado, por lo que tiene una función protectora al evitar las vibraciones amplias que resultan de los ruidos altos.



Corte frontal del oído derecho

- **Trompa de Eustaquio**. Es un conducto de 3 - 4 cm que comunica el oído medio con la nasofaringe. En condiciones normales, las paredes de la trompa están presionadas una contra otras. Cuando tiene lugar la abertura de la trompa de Eustaquio (Por ejemplo, al bostezar o al deglutir), el oído medio entra en comunicación con el medio ambiente, igualándose las presiones de aire a ambos lados de la membrana timpánica.

6.3. OÍDO INTERNO

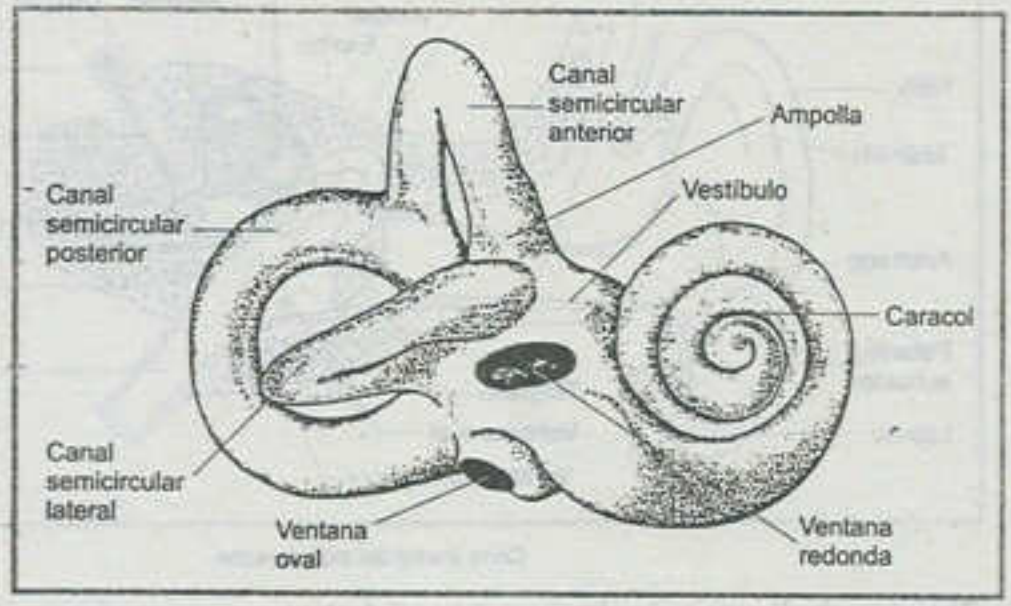
Está localizado en el interior de la porción petrosa o peñasco del hueso temporal. Contiene a los receptores sensoriales para la audición y equilibrio. Se divide en dos porciones:

6.3.1. Laberinto óseo

Está constituido por una serie de cavidades y canales localizados en el hueso temporal. Dentro de él se encuentra el laberinto membranoso. Entre el laberinto óseo y el membranoso, se encuentra un líquido llamado perilinfa, este es de composición química semejante al extracelular. Presenta 3 porciones:

- **Vestíbulo**. Es la porción central del laberinto óseo. Su pared lateral contiene a la ventana oval y ventana redonda. También contiene regiones especializadas del laberinto membranoso, conocidas como utrículo y sáculo.

- **Canales semicirculares**. Se encuentran organizados en tres planos espaciales perpendiculares uno con otros. Son tres: anterior, posterior y lateral. Cada canal presenta, en uno de sus extremos, una dilatación llamada ampolla.
- **Caracol o cóclea**. Es un conducto óseo enrollado en espiral que describe generalmente dos vueltas y media, alrededor de un eje central llamado modiolo o columela, esta presenta un ganglio sensorial llamado ganglio espiral.



Laberinto óseo derecho

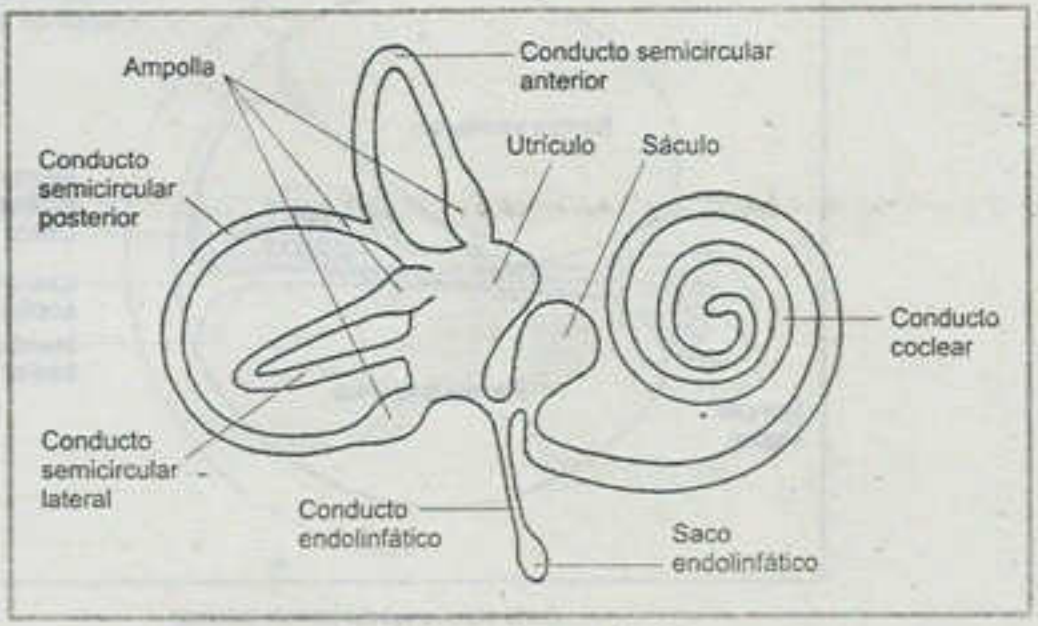
6.3.2. Laberinto membranoso

Es un conjunto de conductos y sacos que se localizan en el interior del laberinto óseo, adaptándose a los contornos de este. Contiene en su interior a la endolinfa, que es un líquido de composición semejante al intracelular y producido por la estría vascular.

Presenta las siguientes estructuras:

- **Utrículo y sáculo**. Son dilataciones membranosas contenidos en el vestíbulo óseo. Están conectados entre sí por un pequeño conducto llamado conducto utriculosacular. Además, salen pequeños conductos de cada uno que se unen para formar el conducto endolinfático, cuyo extremo ciego dilatado se conoce como saco endolinfático. En sus paredes se encuentran unas "manchas" denominadas máculas, las cuales constituyen los receptores del equilibrio estático o de posición.
- **Conductos semicirculares**. Salen del utrículo y están contenidos en los canales semicirculares. Presentan, en uno de sus extremos, una dilatación llamada ampolla, en la cual se encuentra la cresta ampular constituyendo los receptores sensoriales del equilibrio dinámico.

- **Conducto coclear**. Se localiza en el interior del caracol siguiendo sus contornos. Se continúa con el sáculo mediante el conducto de unión.



Laberinto membranoso derecho

7 División funcional del oído interno

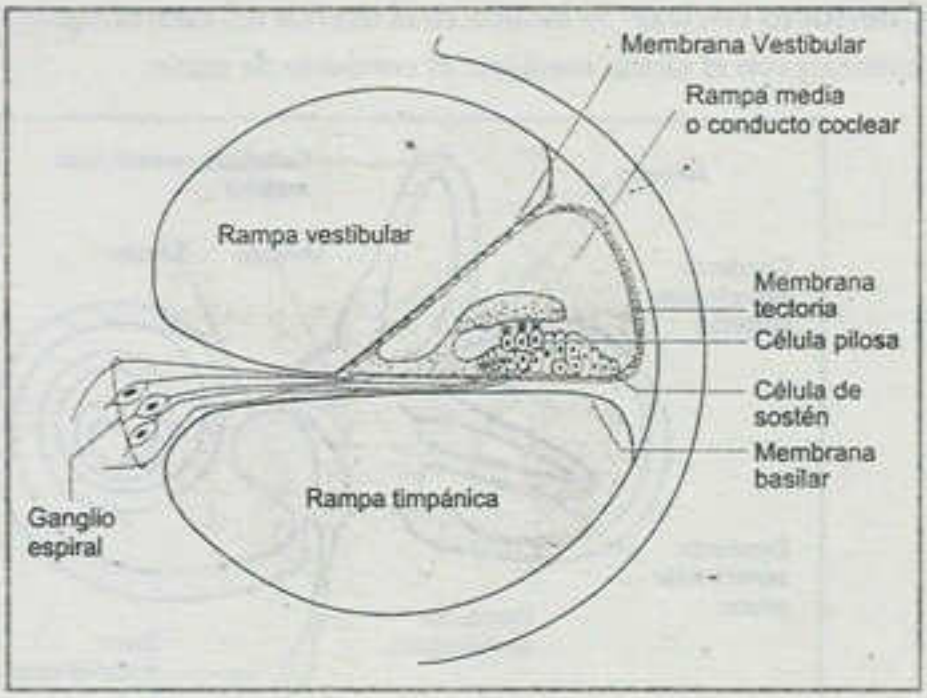
7.1. REGIÓN COCLEAR O AUDITIVA.

Está relacionada con la audición. Se encuentra constituida por el caracol o cóclea y el conducto coclear.

Si se realiza un corte transversal en esta región, se observa que se encuentra dividida en tres espacios o rampas: la **rampa vestibular** (arriba), la **rampa timpánica** (abajo) y el **conducto coclear** o **rampa media**. La rampa vestibular y la rampa timpánica forman parte del laberinto óseo y contienen perilinfa, mientras que el conducto coclear forma parte del laberinto membranoso y contiene endolinfa. La rampa vestibular y la rampa timpánica se comunican entre sí en el vértice del caracol, a través de una pequeña abertura llamada helicotrema. En la base del caracol la rampa vestibular termina en la ventana oval y la rampa timpánica termina en la ventana redonda.

Órgano espiral o de Corti

Se encarga de la audición y está localizado sobre la membrana basilar. Está formado por células de sostén, células pilosas y membrana tectoria. Las células pilosas son los receptores auditivos que poseen en su superficie libre, estereocilios. La membrana tectoria es delgada, flexible y gelatinosa, a ella se encuentran firmemente unidos los estereocilios.

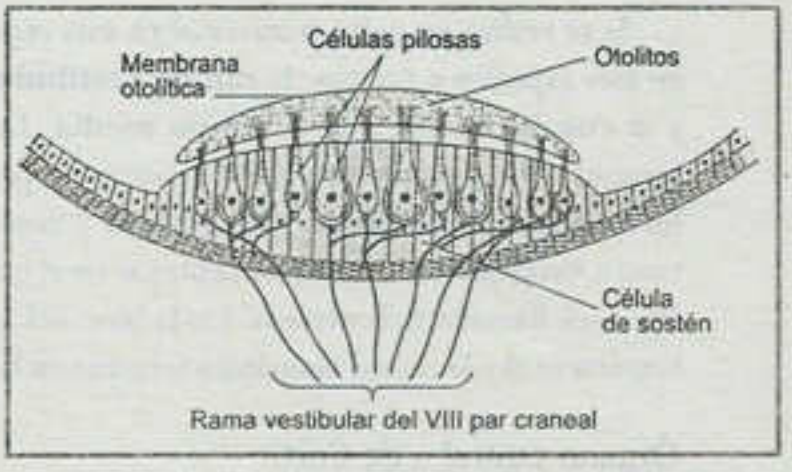


Corte transversal del caracol (cóclea)

7.2. REGIÓN VESTIBULAR[6]

Se encuentra relacionado con el sentido del equilibrio. Está constituido por el vestíbulo, los canales semicirculares en su porción ósea, y por el utrículo, el sáculo y los conductos semicirculares en su porción membranosa. En el utrículo y sáculo se encuentran las máculas, que constituyen los receptores del equilibrio estático. En cada conducto semicircular se encuentra una dilatación llamada ampolla, esta posee la cresta ampular, la cual constituye el receptor del equilibrio dinámico.

- **Máculas**. Son dos y están constituidas por células de sostén, células pilosas y membrana otolítica. Las células pilosas están conectadas a las fibras de la rama vestibular del VIII par. La membrana otolítica es una estructura gelatinosa que contiene estructuras duras denominadas

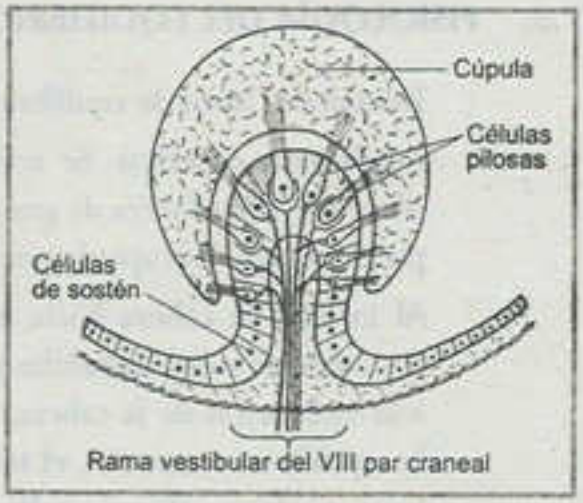


Estructura de la mácula

[6] "La sensación de rotación con trastornos del equilibrio (mareos, vértigo) es el principal signo clínico de una disfunción vestibular. Las causas de vértigo comprenden desde la administración de fármacos específicos hasta la acción de tumores (neurinoma del acústico)". *Histología*. Ross, M.; Romrell, L. Pág. 772

otolitos u otoconias, estos son cristales de carbonato de calcio y brindan mayor peso para responder mejor a la gravedad o fuerzas de tracción.

- **Crestas ampulares**. Son tres estructuras semejantes a las máculas, pero sin otolitos. Están constituidas por células de sostén, células pilosas conectadas a fibras de la rama vestibular del VIII par y una masa gelatinosa denominada cúpula.



Estructura de la cresta ampular

7.3. FISIOLOGÍA DE LA AUDICIÓN

- El pabellón auricular capta las ondas sonoras.
- Luego son conducidas, por el conducto auditivo externo, hacia la membrana timpánica, la cual empieza a vibrar.
- Estas vibraciones se transmiten por los huesecillos del oído medio hasta la perilinfa de la rampa vestibular, las que son transmitidas al conducto coclear y a la rampa timpánica haciendo vibrar a la membrana basilar, lo cual produce un movimiento de la endolinfa del conducto coclear.
- Cuando la membrana basilar vibra, las células pilosas del órgano espiral o de Corti se mueven contra la membrana tectoria, esto origina potenciales generadores que, finalmente, dan lugar a impulsos nerviosos.
- Los impulsos nerviosos se transmiten por la rama coclear del VIII par craneal y se dirigen al área auditiva del lóbulo temporal.

7.4. VÍA AUDITIVA

Las fibras nerviosas que parten del ganglio espiral de Corti llegan a los núcleos cocleares ventral y dorsal localizados en el bulbo raquídeo. A este nivel, todas las fibras hacen sinapsis y las neuronas de segundo orden pasan principalmente al lado opuesto del tronco encefálico para terminar en el núcleo olivar superior. Algunas fibras de segundo orden van también ipsolateralmente al núcleo de la oliva superior en el mismo lado. Desde el núcleo olivar superior, la vía auditiva pasa a ascender por el lemnisco lateral y algunas de las fibras terminan en el núcleo del lemnisco lateral. Muchas pasan de largo por este núcleo y continúan hasta el colículo inferior, donde terminan todas o casi todas. A partir de aquí, la vía pasa al núcleo geniculado medial, donde todas las fibras hacen de nuevo sinapsis. Finalmente, la vía continúa por medio de la radiación auditiva hasta la corteza auditiva, localizada principalmente en la circunvolución superior del lóbulo temporal.

7.5. FISIOLOGÍA DEL EQUILIBRIO

Existen dos tipos de equilibrio:

- **Equilibrio estático**. Se refiere a la posición de la cabeza con respecto al suelo (depende de la fuerza de gravedad). Es esencial para mantener la postura al estar de pie o sentado. Es captado por las máculas.

  Al inclinar la cabeza hacia adelante, la membrana otolítica se desliza en sentido descendente sobre las células pilosas, dependiendo su dirección de la correspondiente a la inclinación de la cabeza. En igual forma, al asumir la posición de sentado, con la espalda en extensión, el individuo en un vehículo que arranca de manera súbita, hace que la membrana otolítica se deslice hacia atrás como resultado de la inercia y estimula a las células pilosas. Al moverse los otolitos, se ejerce tracción sobre la capa gelatinosa, que a su vez hace lo mismo con los estereocilios y provoca flexión. El movimiento de los estereocilios desencadena un impulso nervioso que se transmite sobre la rama vestibular del VIII par craneal.

  La mayor parte de las fibras de la rama vestibular del VIII par craneal llegan al tronco encefálico y terminan en el bulbo raquídeo, mientras que las demás entran al lóbulo floculonodular del cerebelo. Las vías conectan de manera bidireccional al núcleo vestibular y al cerebelo. Las fibras de todos los núcleos vestibulares forman el eje longitudinal externo, estos envían impulsos nerviosos de los núcleos a los nervios craneales que controlan los movimientos oculares (III, IV, VI y XI), los mismos que ayudan al control de la cabeza y el cuello. Además, las fibras del núcleo vestibular lateral forman parte de la región vestibulo espinal, que transmite impulsos a los músculos esqueléticos reguladores del tono corporal como respuesta a los movimientos de la cabeza. Se supone que diversas vías existentes entre los núcleos vestibulares, cerebelo y cerebro permiten al segundo desempeñar su función clave en la conservación del equilibrio estático.

- **Equilibrio dinámico**. Se refiere al movimiento de la cabeza, como respuesta a movimientos súbitos (rotación, aceleración, desaceleración). Es captado por las crestas ampulares.

  Cuando la cabeza se mueve debido a la rotación del cuerpo, la endolinfa en los conductos semicirculares fluye sobre los estereocilios y los flexiona. El movimiento de los estereocilios estimula a la neurona sensorial, y los impulsos nerviosos producidos por los potenciales receptores resultantes, pasan por arriba de la rama vestibular del VIII par.

  Los impulsos nerviosos siguen la misma vía de los que hacen participar el equilibrio estático y, en ocasiones, envían a los músculos la orden de que se contraigan para mantener el equilibrio del cuerpo en una nueva posición.

Lectura 1

Implantes cocleares

Los implantes cocleares son dispositivos electrónicos que sirven para estimular los elementos neuronales de la cóclea u oído interno con función residual, en individuos que sufren sordera profunda de tipo neurosensorial. La cóclea normalmente transduce la señal auditiva y la convierte en señales electroquímicas codificadas cuyos impulsos se transmiten por el nervio auditivo a la corteza cerebral.

Los audífonos y los implantes cocleares difieren fundamentalmente. Los primeros amplifican la señal y la trasmiten al oído medio y externo. Los implantes convierten (transducen) el sonido en señales eléctricas que hacen llegar a las células del ganglio espiral o a los axones del nervio coclear. En la sordera de tipo neurosensorial el daño usualmente se debe a alteración funcional de las células receptoras o ciliadas del Organo de Corti, por causas congénitas o adquiridas. En esos casos, sin embargo, quedan neuronas proximales cuya función residual podrá ser estimulada por medio de los electrodos intracocleares implantados quirúrgicamente a través de la ventana redonda.

Los implantes cocleares están indicados en casos de sorderas neurosensoriales profundas bilaterales, en pacientes que no reciben ningún beneficio de los audífonos convencionales. Se consideran sorderas neurosensoriales profundas aquellas superiores a los 90 decibeles. El rango normal de audición es inferior a 25 decibeles.

La técnica quirúrgica deberá ser realizada por un experto otólogo, bajo anestesia general. Es una intervención de 3 horas de duración con una estancia hospitalaria de 48 horas. Sus riesgos son los inherentes a toda intervención quirúrgica otológica. Las complicaciones son infrecuentes si la técnica es apropiada. El paciente se incorpora a sus actividades normales a los 15 días del procedimiento. La edad no es contraindicación ya que en el mundo se han operado cerca de cinco mil pacientes entre los 2 años y los 80.

No es simplemente un tratamiento quirúrgico. Los pacientes deberán someterse a una estricta selección preoperatoria en la que participa un equipo multidisciplinario integrado por fonoaudiólogos, sicólogos, radiólogos y otorrinolaringólogos. Luego del procedimiento quirúrgico el paciente se someterá a un proceso de rehabilitación bajo la dirección de una fonoaudióloga especializada en esta materia. Durante ese proceso, el enfermo recibe los componentes no implantables del sistema, o componentes externos cuya función será decodificar el sonido y trasmitirlo a través de la piel al sistema implantado quirúrgicamente. Este proceso ocurre de manera transcutánea por ondas de radiofrecuencia. El fonoaudiólogo programará en un computador el microprocesador del lenguaje o decodificador de acuerdo con las necesidades individuales de cada paciente.

Un hallazgo muy interesante, análogo con lo que se observa en los computadores, es que sin cambiar el equipo instalado ("hardware") los investigadores pudieron mejorar los resultados al emplear nuevos y mejores procesadores ("software").

Aunque algunos sordos sostienen que la carencia de audición es una "manera de vivir" y se oponen al progreso, para la mayoría, y sobre todo para los niños, la mejoría en la audición –así sea limitada– que ofrecen los implantes cocleares representa un avance.

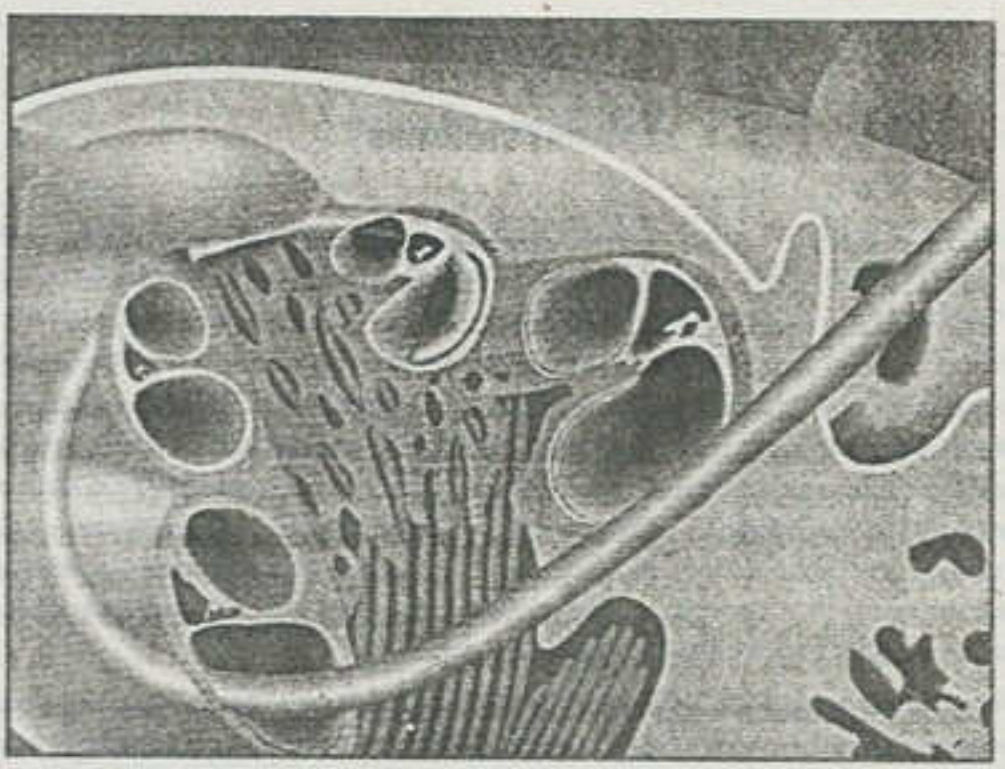
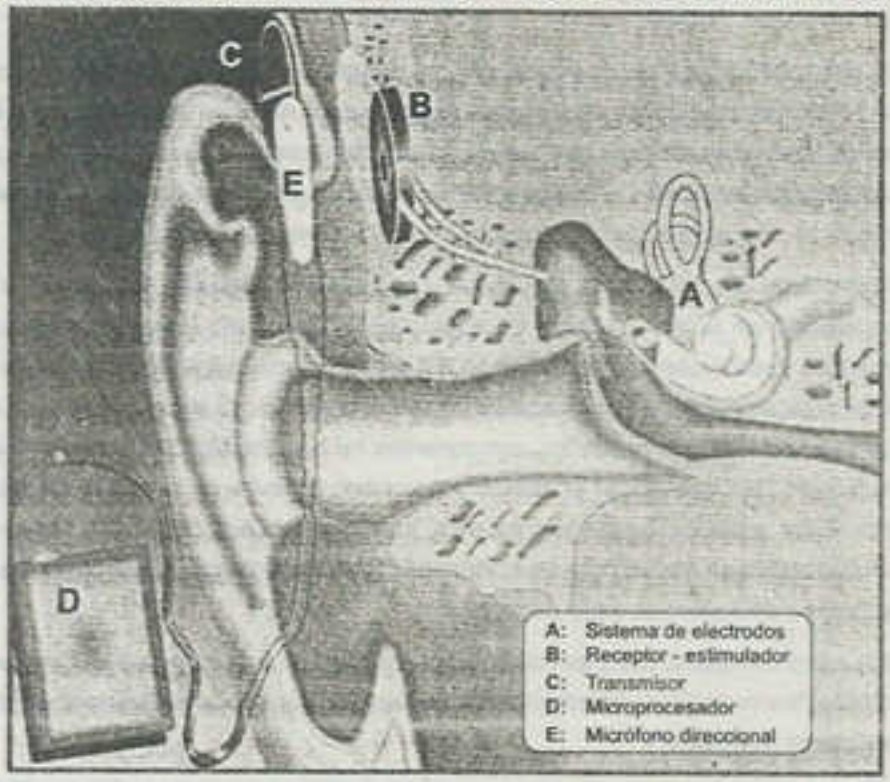


Imagen tridimensional del implante introducido en la cóclea a través de la ventana redonda.



Esquema que muestra el implante y los componentes no implantables del sistema (decodificadores y transmisores del sonido)

Fuente: *Revista medicina contemporánea*. 1994.

Lectura 2

Glaucoma, enemigo silencioso de la visión

El glaucoma es una enfermedad crónica caracterizada por un aumento de la presión del ojo, situación que con el tiempo y sin que el individuo lo note, va lesionando el nervio óptico y menoscabando la visión de manera irreversible. Su descubrimiento precoz es la única manera de prevenir sus consecuencias mediante la instauración de un tratamiento oportuno, situación que resalta la importancia de un chequeo oftalmológico periódico, el cual incluye la determinación de la presión del ojo.

¿Que es el glaucoma?

Glaucoma, palabra derivada del griego *glaukos* que significa brillos o destellos verde-azulados, es un grupo de enfermedades caracterizadas por aumento de la presión del ojo y una de las principales causas de pérdida de la visión en el mundo. De hecho es la primera causa de ceguera en Estados Unidos donde 3% de las personas mayores de 65 años de edad, o alrededor de 2 millones están afectadas por la enfermedad. Una proporción importante, alrededor de 60 mil, han perdido la visión.

¿Cómo se diagnostica?

El mejor método de diagnosticar el glaucoma y por ende de prevenir sus funestas consecuencias con relación a la visión, es acudir de manera periódica al especialista quien mediante un aparato denominado tonómetro, mide la presión del globo ocular y establece si está dentro de límites normales. Si la presión está elevada, el especialista procederá a explorar los posibles factores que inciden sobre la presencia del glaucoma y a recomendar el tratamiento más adecuado.

No hay que olvidar que las pérdidas económicas, además de las obvias consecuencias para la salud, son muy importantes y exigen una atención especial a este grupo de enfermedades.

Aunque los especialistas hablan de varios tipos de glaucoma, los dos más importantes son el glaucoma crónico que constituye 95% de los casos y el glaucoma agudo que representa los casos restantes. Hay una variedad infrecuente en la cual la presión ocular es normal o baja.

¿Cómo ocurre?

En términos generales, se trata de una obstrucción o interrupción del drenaje del líquido que circula en la parte anterior de el globo ocular que se conoce con el nombre de humor acuoso.

El humor acuoso entra por un lado partiendo de los procesos ciliares y sale o se drena por otro lado a través del conducto de Schlemm ubicado en el ángulo formado por el iris y la córnea. El iris es la porción coloreada del ojo y tiene en el centro la pupila a través de la cual penetran al ojo la luz y las imágenes visuales.

Tipos de glaucoma

El humor acuso circula desde detrás del iris y el espacio entre la lente y la córnea. Si el iris y la lente se tocan, cerrando el ángulo, el fluido o humor acuoso queda atrapado y el iris hace protrusión hacia adelante este bloqueo causa el **glaucoma de tipo agudo**.

El glaucoma agudo se desarrolla repentinamente y causa pérdida rápida de la visión, así como dolor severo del ojo. El glaucoma crónico, se desarrolla más lentamente y la pérdida de la visión toma o puede tomar muchos años en ocurrir. En el glaucoma crónico la red alrededor del iris se bloquea y la presión intraocular aumenta. Podemos comparar esta situación con un lavamanos en el cual el agua entra a

través de la llave, (equivalente a los procesos ciliares) y se drena por el desagüe (equivalente al conducto de Schlemm).

La presión del líquido o humor acuoso dentro del ojo, está normalmente entre 10 y 20 mmHg (milímetros de mercurio). Si entra al ojo más humor acuoso del que puede salir por el conducto de Schlemm (desagüe) o si sale más lentamente que como lo produce el cuerpo ciliar (llave de entrada), debido a obstrucción del ángulo de la cámara anterior por pigmento, células o proteínas, aumentará la presión del líquido dentro del ojo, produciéndose el **glaucoma**.

Hay dos tipos infrecuentes que son:

1. Glaucoma congénito, como su nombre lo indica ocurre al nacer. El médico hace un diagnóstico presuntivo por los signos que ve en el recién nacido
2. Glaucoma secundario, el cual ocurre como consecuencia de enfermedades como la uveítis o como resultado del uso de ciertos medicamentos como los derivados de la cortisona. El glaucoma congénito como su nombre lo indica, ocurre al nacer.

A. TRATAMIENTO MÉDICO

Los tratamientos más comunes para tratar el glaucoma se dividen en las siguientes categorías:

1. Mióticos o sea que reducen el tamaño de la pupila, categoría a la cual pertenecen carbacol y pilocarpina.
2. Inhibidores de la anhidrasa carbónica entre los cuales están acetazolamida, diclorfenamida y dorzolamida. Los inhibidores de la anhidrasa carbónica tienen una acción intraocular rápida ya que interfieren con la enzima necesaria para la producción del humor acuoso.
3. Betabloqueadores como betaxolol, carteolol, levobunolol, metipranolol y timolol.

   Los betabloqueadores son los medicamentos quizá más empleados en el tratamiento de glaucoma y entre ellos, el timolol ocupa un lugar prominente. La unión de timolol, un betabloqueador con un inhibidor de la anhidrasa carbónica, resultan en una combinación eficaz. Los betabloqueadores actúan interfiriendo con las señales nerviosas que estimulan la producción del humor acuoso.

B. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Como mencionamos anteriormente, existen casos en los cuales es necesaria una operación para disminuir en forma definitiva la presión del ojo; existen varias posibilidades dependiendo del caso, varias de ellas con rayos láser. En los casos de glaucoma de ángulo abierto, se practica con mayor frecuencia la cirugía filtrante, en la cual se crea una vía de drenaje artificial efectivo para el humor acuoso hacia la capa de vasos sanguíneos que rodean el ojo. Esta técnica también se emplea para los casos de glaucoma secundario. Otro ejemplo para el tratamiento de estos casos es la trabeculoplastia con láser que consiste en abrir perforaciones muy pequeñas en el ángulo iridocorneal para facilitar así el drenaje del humor acuoso.

Para los casos con glaucoma de ángulo cerrado la cirugía a practicar es la iridectomía periférica que como se dijo antes, consiste en abrir una pequeña perforación en el iris para permitir el drenaje del humor acuoso; esta intervención también se puede hacer con rayos láser.

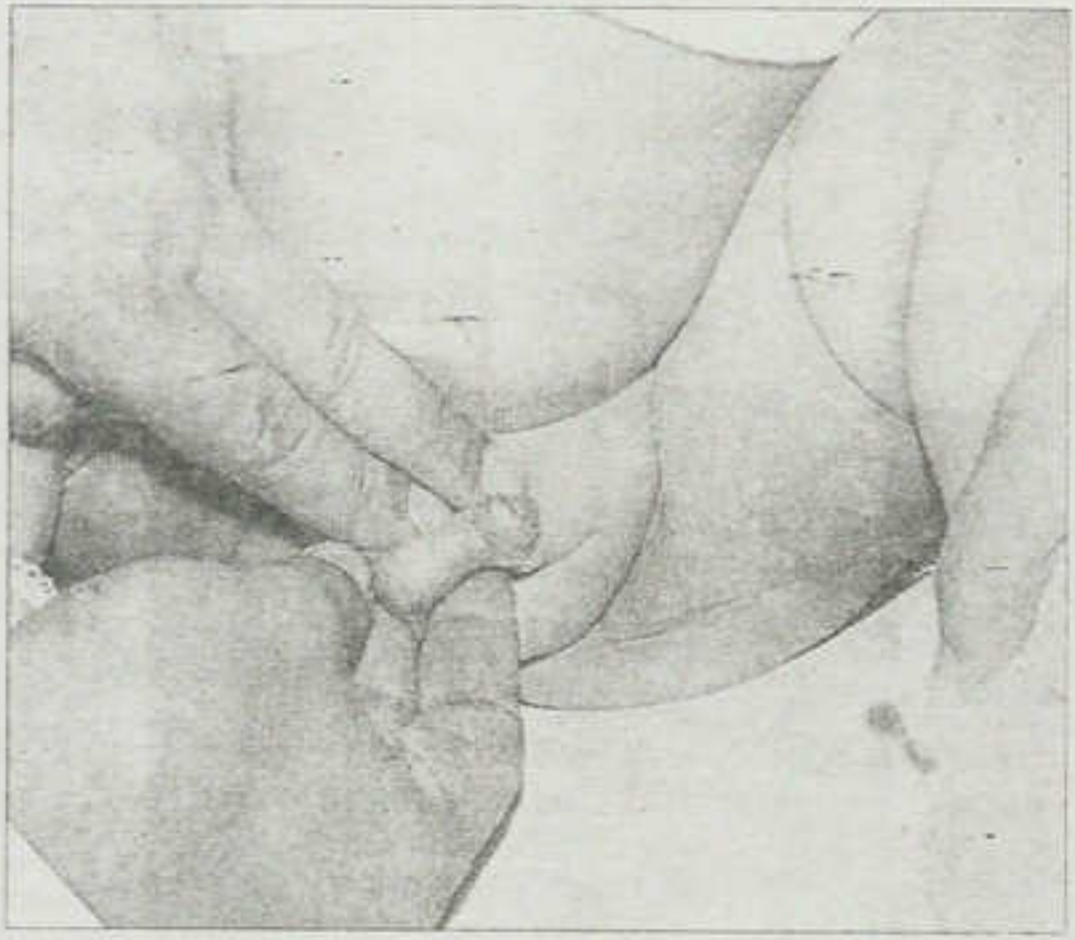
En los casos de cirugías con rayos láser las complicaciones son menos graves que en las técnicas filtrantes ya que no es necesario penetrar el ojo, y consisten básicamente en dolor leve e inflamación leve y transitoria. Son procedimientos muy seguros y eficaces.

Fuente : www.saludhoy.com/htm/terc/artículo/glauco1.html

CAPÍTULO

XIV

Sistema reproductor



En el proceso de desarrollo de los órganos genitales puede presentarse alteraciones como la falta de descenso de los testículos de la zona abdominal hacia la bolsa escrotal, fenómeno que toma el nombre de criptorquidia. En la foto, el médico trata de hacer descender el testículo de un infante manualmente, pero en otras situaciones ello no es posible. Esta alteración se resuelve a través de una corrección quirúrgica.

CALA
PINHO

HISTORIA DE LA HUMANIDAD

Capítulo XIV

Objetivos

- *Explicar la estructura, histología y función de los órganos que conforman el aparato reproductor femenino.*
- *Describir la localización, histología y función del testículo, vías espermáticas, pene y las glándulas anexas.*
- *Comparar los principales acontecimientos del ciclo menstrual y del ciclo ovárico.*
- *Explicar los acontecimientos fisiológicos del acto sexual masculino y femenino.*

Introducción

Si existe una característica común a todos los organismos, esa es la capacidad de reproducirse para perpetuar la especie. Para sobrevivir, cada especie requiere que sus miembros engendren nuevos individuos a fin de reponer a los que mueren. Así, el ser humano, como todo ser vivo, se reproduce y asegura de esta manera la perpetuación de su especie en la naturaleza.

En cuanto a la reproducción, el organismo posee un conjunto de órganos, los cuales constituyen el sistema reproductor determinando múltiples funciones. Así por ejemplo, las funciones principales del sistema reproductor femenino son producir los gametos femeninos, los óvulos y recibir los gametos masculinos, los espermatozoides. Además, es el lugar de la fecundación, desarrollo y expulsión del feto, entre otros.

Bajo la influencia de las hormonas gonadotrópicas hipofisiarias, durante la pubertad en la mujer, aumentan de tamaño los órganos reproductores y las glándulas mamarias, aparece el vello púbico y axilar. Estos cambios culminan con el inicio de los ciclos menstruales en la menarquía, que tiene lugar alrededor de los 13 años de edad. Después, durante todo el periodo reproductivo, los ovarios, los conductos genitales y las glándulas mamarias sufren cambios cíclicos, relacionados con el ciclo menstrual.

Los testículos son los encargados de la formación de los gametos masculinos, conocidos como espermatozoides, así como de la síntesis y liberación de la hormona masculina, testosterona. Las glándulas anexas, ayudan a la formación del semen que se segrega durante la eyaculación en el varón. El pene tiene una función doble: descarga al semen en la vagina, durante la cópula, y sirve como vía de la orina hacia el exterior.

SISTEMA REPRODUCTOR FEMENINO

1 Concepto

El sistema reproductor femenino es un conjunto de órganos encargados de producir ovocitos, intervenir en la cópula, en la producción de hormonas sexuales femeninas y en la formación y desarrollo del nuevo ser.

Los órganos principales que forman parte del sistema reproductor femenino son: la vulva, los ovarios, el útero, las trompas uterinas, la vagina y las glándulas mamarias.

2 La vulva

Constituye el conjunto de genitales externos femeninos que se encuentran en la región pudenda, y comprende lo siguiente:

2.1. EL MONTE DE VENUS

Es una prominencia de tejido adiposo que se ubica por delante de las sínfisis del pubis. Se encuentra cubierto por la piel y vello púbico rizado, de disposición triangular con base superior. Se encarga de amortiguar al pubis durante el acto sexual.

2.2. LOS LABIOS MAYORES

Son dos pliegues gruesos de piel, constituidos por grasa subcutánea, prominentes, anchas y aplanadas que parten del monte de Venus y se pierden dorsalmente en la región anal, por lo que es de localización posteroinferior al monte de Venus. Además, presenta glándulas sebáceas y sudoríparas, vellos, que constituyen o forman parte del vello pubiano.

Rodean la vulva y son homólogos a los escrotos del varón.

2.3. LOS LABIOS MENORES

Son finos pliegues pequeños de piel, rosáceos y sin pilosidad. A diferencia de los labios mayores, no contienen grasa y poseen muy pocas glándulas sudoríparas; sin embargo, contienen gran número de glándulas sebáceas. Según su longitud, los labios menores se ocultan en la vulva o sobresalen hacia afuera.

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

2.4. EL CLÍTORIS

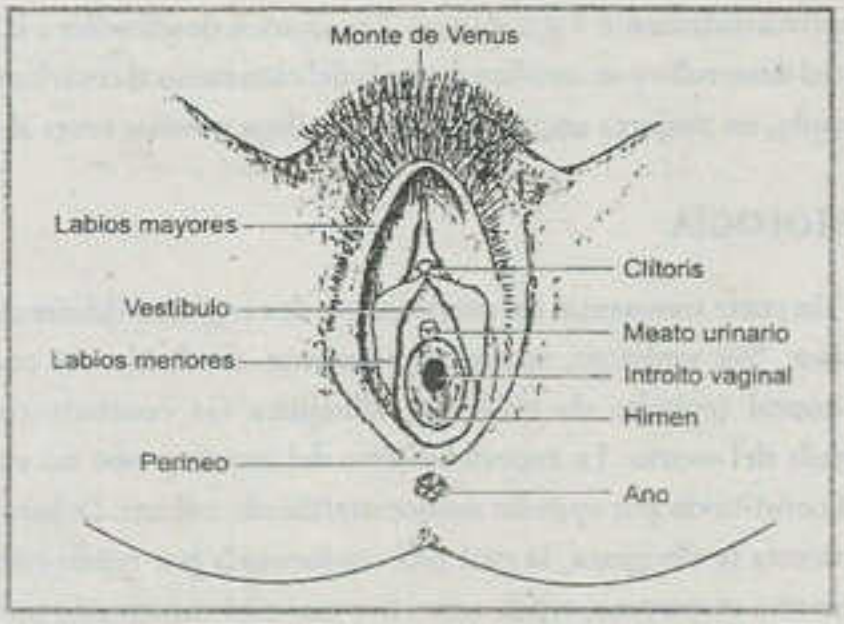
Estructura formada por tejido eréctil y rica en terminaciones nerviosas (corpúsculos de Meissner), lo que le da la capacidad de erección, igual que el pene. Asimismo, esto determina que sea la zona de máxima excitabilidad sexual en la mujer. Se ubica en la unión de los labios menores, punto en el cual se forma una capa de piel llamada prepucio, la misma que cubre el cuerpo del clítoris. La porción descubierta del clítoris es el glande, por lo que se considera al clítoris como el homólogo del pene del varón, pero con un tamaño mucho menor. En algunos casos, por trastornos hormonales durante el desarrollo, puede alcanzar un tamaño similar al del pene (pseudohermafroditas).

2.5. EL VESTÍBULO

Es la región comprendida entre los labios menores. En él se encuentran:

2.5.1. El meato urinario

Es el orificio por donde sale la orina. A ambos lados del meato urinario ubicamos a las glándulas de Skene o parauretrales, las cuales secretan mucus. Estas glándulas son las homólogas a la próstata del varón.



Genitales externos femeninos (vulva)

2.5.2. El orificio vaginal

Presenta una membrana mucosa llamada **himen**, que cierra parcialmente la vagina. En un himen intacto existe un orificio para la salida de la sangre menstrual, si falta este orificio (himen imperforado), excepcionalmente, la sangre después de la menarquía

se acumula (hematocolpo), en este caso el himen debe ser perforado por el médico mediante una apertura quirúrgica. De igual forma, el himen suele desgarrarse de una manera natural durante el primer acto sexual (desfloración), con lo que hasta antes de este evento el himen contribuye a la protección bacteriana, de este modo, ejerce dicha función mientras la vagina no actúe aún como órgano de la cópula.

A ambos lados del orificio vaginal se localizan las glándulas de Bartholin[1], las cuales secretan mucus, importante para la lubricación en el vestíbulo de la vagina, además de servir como lubricante durante el acto sexual. Las glándulas de Bartholin son homólogas a las glándulas de Cowper del hombre.

3 Los ovarios

Son las gónadas femeninas encargadas de la producción de ovocitos II y hormonas sexuales femeninas. Son glándulas ovoides, rosadas y lisas en las niñas, y con cicatrices en la mujer adulta. Se localizan en las fosas iliacas, tienen la forma de una ciruela pasa de gran tamaño y, que en la mujer sexualmente madura, miden aproximadamente 4×2×1 cm, mientras que en las mujeres nulíparas (nunca embarazadas) los ovarios son de color blanco amarillento y mide 3×1,5×1 cm.

Pesan aproximadamente 7 g cada uno. Los ovarios descienden a la cavidad pélvica durante el tercer mes del desarrollo y se atrofian después del climaterio al cesar las ovulaciones (menopausia); así por ejemplo, en mujeres ancianas su tamaño llega muchas veces al de una almendra.

3.1. HISTOLOGÍA

Un corte transversal del ovario revela dos regiones diferenciales: la corteza y la médula ovárica. Sin embargo, microscópicamente se divide en cuatro capas: revestimiento peritoneal (epitelio de cubierta), albugínea (se continúa con el estroma), corteza y médula del ovario. La superficie libre del ovario posee un epitelio de cubierta, el cual está constituido por epitelio monoestratificado cúbico. Debajo del epitelio de cubierta se encuentra la albugínea, la cual está conformada por tejido conectivo, y debajo de ella se encuentra el estroma, tejido conectivo que está constituido por una capa externa llamada corteza y una capa interna llamada médula. En la corteza se encuentran los folículos ováricos en diversos estadios de maduración. La médula ovárica consta de tejido conectivo laxo que posee vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios.

1 "La infección aguda de las glándulas de Bartholin puede causar una inflamación o un absceso de Bartholin (Adenitis). Esto se conoce como los Quistes de Bartholin, son bastante frecuentes, aparecen a cualquier edad... y son precedidas generalmente de una infección. *Patología estructural y funcional*. Robbins. Pág. 1146.

3.1.1. Folículos ováricos

Están constituidos por el ovocito y las células que lo rodean. Estos folículos proporcionan el microambiente que necesita el ovocito en desarrollo, los mismos que se encuentran en estadios diferentes de su desarrollo: primordiales, primarios, secundarios y maduros o de De Graaf.

3.1.2. Cuerpo lúteo o amarillo

Está formado por el resto del folículo de De Graaf que queda después de haber liberado el ovocito II (ovulación). Elabora las hormonas progesterona, estrógenos, inhibina y relaxina. Las dos primeras son responsables del desarrollo y mantenimiento de los caracteres sexuales femeninos; la inhibina, inhibe las FSH (y en menor medida la LH); la relaxina facilita la salida del feto a través del canal del parto, contribuido por la dilatación del cuello uterino; esta hormona se produce además en la placenta.

El folículo vacío se comprime por el tejido vecino, el resto de la cavidad folicular se llena de sangre coagulada. Las células van tomando paulatinamente un color amarillento debido al depósito de lipoides, por este motivo dichas células se caracterizan por ser grandes generadoras de esteroides.

Fisiológicamente hablando, el destino del cuerpo lúteo se decide en el plazo de dos semanas.

Ovario que muestra el desarrollo secuencial de un folículo y la formación del cuerpo amarillo

3.1.3. Cuerpo albicans o Blanco

Es una cicatriz de tejido conectivo denso que se forma reemplazando a las células lúteas. Se produce por la degeneración del cuerpo lúteo, el cual sufre una lenta involución después de la menstruación o embarazo. Las células acumulan lípidos y que por su

involución sufren autólisis, se acumula entonces material hialino formando una cicatriz blanquecina (cuerpo albicans) que desaparece después de varios meses.

3.2. Función

Los ovarios son glándulas mixtas, puesto que desempeñan una función tanto exocrina como endocrina. La porción exocrina produce un ovocito II en cada ciclo ovárico, en tanto que la porción endocrina sintetiza progesterona, estrógenos, inhibina y relaxina.

4 Las trompas uterinas (de falopio)

Son dos conductos (oviductos) músculo-membranosos que se extienden, lateralmente, desde el útero hasta las fosas iliacas (ovarios), determinando que un extremo esté próximo al ovario, que se abre a la cavidad peritoneal, y, el otro extremo se comunica con la cavidad uterina. Miden aproximadamente 10 cm de largo y se encuentran entre los pliegues de los ligamentos anchos del útero.

Presenta cuatro porciones:

- El **istmo**, mide 3 - 4 cm de longitud. Es la porción corta, estrecha, rectilínea del conducto y de pared gruesa que se une al útero por el ángulo superior de la cavidad uterina.
- La **ampolla**, mide 7 - 8 cm de longitud. Es la porción más ancha y larga, además, tortuosa.
- El **pabellón** (infundíbulo) tiene forma de embudo y representa el extremo distal, que termina en una franja de proyección digitiforme en número de 10 - 15, bajo la forma de dedos llamado fimbrias.
- **Fimbrias**. Una fimbria se une al extremo lateral del ovario. Estos recogen el óvulo que se desprende durante la ovulación del ovario, y los transporta al útero. Proporciona además el medio necesario para la fertilización y el desarrollo inicial del producto de la concepción.

4.1. HISTOLOGÍA

La capa mucosa posee epitelio monoestratificado cilíndrico con células ciliadas y células secretoras. Este epitelio descansa en una capa de tejido conectivo. La capa muscular está constituida por músculo liso, dispuesto en dos capas: circular interna y longitudinal externa. Las contracciones de esta capa y la acción de los cilios de la mucosa ayudan a desplazar al ovocito hacia el útero. La capa serosa, corresponde al peritoneo del ligamento ancho.

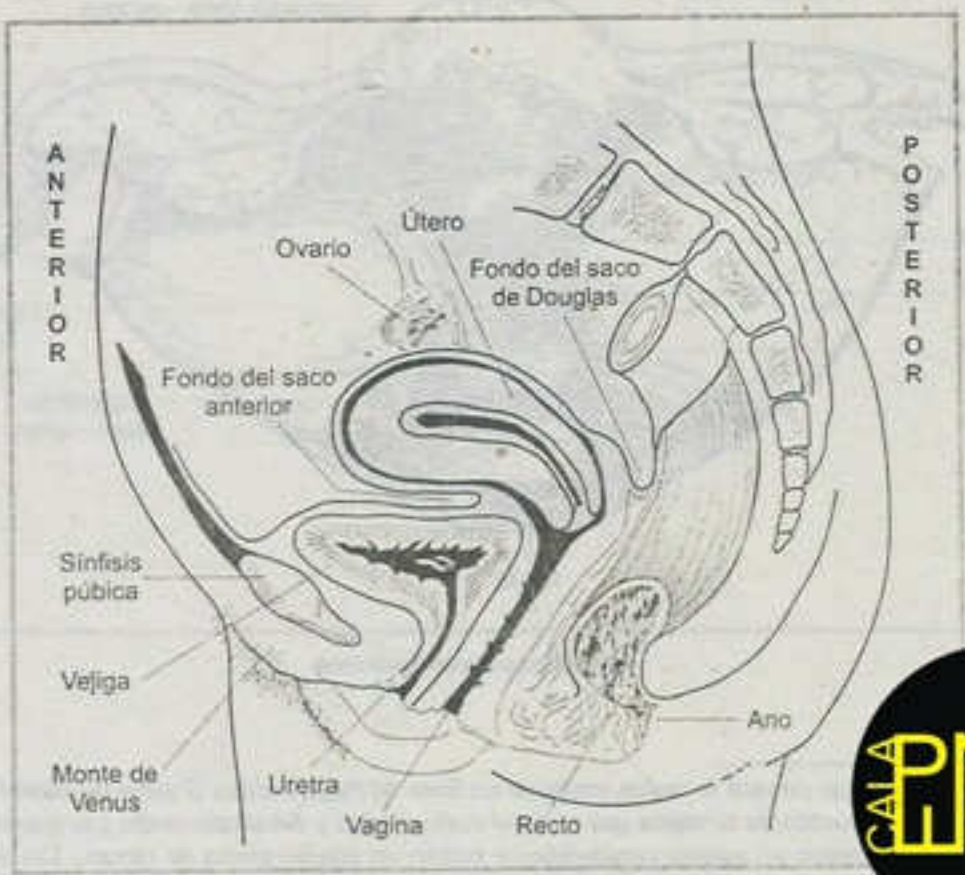
4.2. FUNCIÓN

- Captación, transporte y nutrición del ovocito II.
- Centro de la fecundación, esta ocurre generalmente en la ampolla o 1/3 externo de las trompas de Falopio.

Después de la ovulación y ante la cercanía de las fimbrias al ovario, el ovocito II liberado es aspirado por las células ciliadas del infundíbulo hacia el orificio de la trompa, impidiendo su paso a la cavidad peritoneal. Luego, el ovocito II es transportado a lo largo de la trompa a través de contracciones peristálticas y movimientos ciliares.

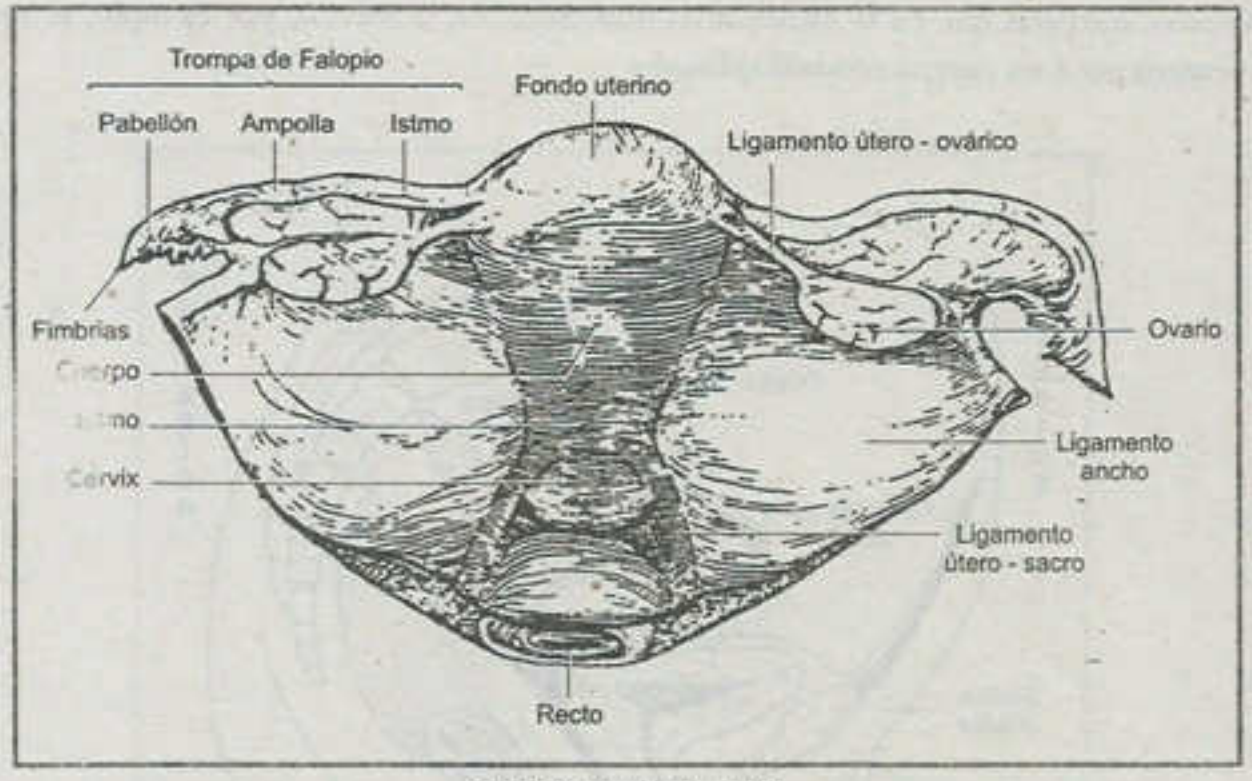
5 EL ÚTERO

Es un órgano muscular que tiene la forma de una pera invertida. Se encuentra localizado en el hipogastrio, por detrás de la vejiga urinaria, delante del recto, y encima de la vagina. Mide aproximadamente 8 cm de longitud, 5 cm de ancho y 2,5 cm de grosor. Pesa 60 - 80 g. En la multípara, su tamaño es algo mayor que en la nulípara. Durante el embarazo, el útero aumenta su tamaño, mientras que en la menopausia disminuye. En la anciana, por ejemplo, se reduce frecuentemente a un cuerpo residual aplanado.



Corte sagital de la pelvis femenina

Anatómicamente, el útero se divide en cuatro porciones: el **fondo**, que es la porción superior y está relacionado con las trompas uterinas; el **cuerpo**, que es la porción principal y representa los 2/3 del útero, en su interior se encuentra la cavidad uterina; el **istmo**, es la porción ubicada entre el cuerpo y el cuello uterino, mide 1 cm de longitud; y el **cuello uterino**[2] o cérvix es la porción inferior del útero en la cual se inserta la vagina. Las células secretoras de la mucosa producen una secreción denominada moco cervical, que se vuelve menos viscosa conforme se acerca el día de la ovulación, haciéndose por lo tanto, más receptivo para los espermatozoides. De forma normal, el útero se encuentra flexionado entre el cuerpo y el cérvix, denominándose a ello anteroflexión. Existen varios ligamentos que mantienen la posición del útero, tales como los ligamentos anchos que unen el útero a cada lado de la cavidad pélvica, los ligamentos uterosacros que se encuentran a cada lado del recto y unen al útero con el sacro. Los ligamentos cardinales son los principales ligamentos que mantienen la posición del útero y ayudan a evitar la caída del útero hacia la vagina. Cuando el soporte del útero (ligamentos) se distiende y se vuelve laxo, el cérvix puede descender en grado variable y así encontrarse en la vagina; a esto se denomina **prolapso uterino**.



Genitales internos femeninos

[2] El diagnóstico del cáncer cervical se realiza mediante un frotis de Papanicolaou (Prueba de Papanicolaou). Se extraen algunas células de la porción de la vagina que rodea el cuello uterino y del propio cuello y se examinan al microscopio. Las células malignas tienen un aspecto característico e indican un estadio precoz de cáncer... Las mujeres en riesgo de desarrollar cáncer de útero deben someterse a exploraciones ginecológicas anuales que incluyan un frotis de Papanicolaou. *Principios de Anatomía y Fisiología*. Tortora. Pág. 942.

5.1. HISTOLOGÍA

La pared uterina posee tres capas histológicas: el **perimetrio**, que es la capa más externa y está formado por serosa que corresponde al peritoneo visceral. El **miometrio**, es la capa media y la más gruesa del útero, se encuentra constituido por tejido muscular liso dispuesto en tres capas (longitudinal interna, circular media y longitudinal externa) que se hipertrofia durante el embarazo. Durante el parto, por acción de la oxitocina, las contracciones potentes de estos músculos (dolores de parto) ayudan a expulsar el feto del útero. El **endometrio**, es la tercera y la más interna de las capas del útero; reviste la cavidad uterina, es rico en vasos sanguíneos y glándulas, y sobre él se implanta el óvulo fecundando.

El endometrio presenta epitelio monoestratificado cilíndrico con algunas células ciliadas y secretoras. Esta capa sufre una serie de cambios cíclicos durante el ciclo sexual femenino y se constituye de dos capas: el **endometrio funcional**, que se desprende durante la menstruación; y el **endometrio basal**, es permanente y tiene la función de formar una nueva capa funcional después de haberse desprendido esta.

5.2. FUNCIÓN

- Sufre cambios cíclicos condicionando la menstruación.
- Permite la implantación del huevo o cigote.
- Es el órgano en el cual se desarrolla el cigote, embrión y feto.
- Expulsa el feto al término de la gestación.

6 LA VAGINA

Es un órgano músculo-membranoso (elástico) que mide 7 a 10 cm de longitud. Se extiende desde el útero hasta la vulva. Se localiza detrás de la vejiga urinaria y uretra, y delante del recto.

6.1. HISTOLOGÍA

La capa mucosa de la vagina se encuentra revestida por epitelio poliestratificado plano no queratinizado apoyado en un corión, rico en fibras elásticas, que se disponen en una serie de pliegues transversos que se conocen con el nombre de rugosidades. Las bacterias, normalmente presentes en la vagina, metabolizan el glucógeno acumulado en el epitelio vaginal, formando ácido láctico, el cual es el responsable del pH ácido observado en la vagina normal importante para el retraso del crecimiento bacteriano. La capa muscular se encuentra constituido por tejido muscular liso que puede distenderse considerablemente

para recibir el pene durante el acto sexual o para permitir el parto del feto. La capa adventicia es fibrosa y une la vagina con las estructuras vecinas, está constituida por tejido conectivo denso, rico en fibras elásticas.

La estructura de la vagina está determinada según sus funciones, como **órgano** de la **cópula**, y como parte del **canal del parto**.

Como órgano de la cópula presenta una superficie lisa y húmeda (mucosa), pero en ella no se encuentran glándulas. Sin embargo, durante la excitación sexual se forman pequeñas gotitas semejantes al sudor que no se deben a secreciones glandulares, sino que son exprimidas directamente de la profusa red vascular presente en la vagina, en forma de "trasudados" a través de la superficie mucosa.

Como parte del canal de parto, tiene la alta capacidad de dilatación, sobre todo para permitir la salida de la cabeza del niño durante el nacimiento.

6.2. FUNCIÓN

- Órgano copulador femenino, ya que es el receptáculo para el pene durante el coito.
- Recibe el semen durante el acto sexual.
- Canal natural del parto.
- Vía de conducción del flujo menstrual y secreciones uterinas.

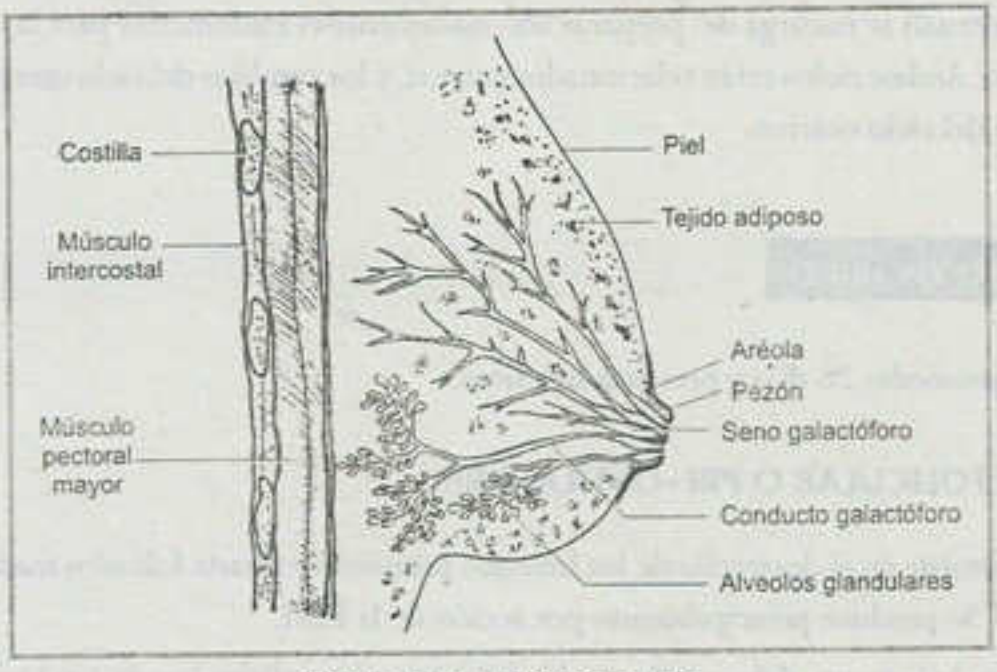
7 LAS GLÁNDULAS MAMARIAS

Las glándulas mamarias son glándulas sudoríparas modificadas que se localizan sobre el músculo pectoral mayor y serrato anterior. Cada glándula mamaria está formada de 15 a 20 lóbulos o compartimientos separados por tejido adiposo. La cantidad de tejido adiposo determina el tamaño de las mamas. Así, como órgano de conjunto está formado por una parte glandular (glándula mamaria), abundante tejido conectivo y adiposo, la piel y la aréola mamaria, y el pezón. En la pubertad, la glándula mamaria se desarrolla de manera diferente en las niñas que en los niños, por lo que forma parte de una de las características sexuales femeninas secundarias.

En cada lóbulo, hay varios compartimientos más pequeños que se denominan lobulillos; éste presenta glándulas secretoras de leche que se conocen como alveolos. Los alveolos expulsan la leche hacia una serie de túbulos secundarios, de aquí la leche pasa hacia los conductos mamarios.

A medida que los conductos mamarios se acercan al pezón, crecen para formar sinusoides que reciben el nombre de sinusoides galactóforos, en donde se almacena la leche. Los sinusoides se continúan como conductos galactóforos que terminan en el pezón. Cada conducto galactóforo

conduce la leche desde uno de los lóbulos hasta el exterior, aunque algunos se pueden unir antes de alcanzar la superficie. El área circular de piel pigmentada, fina y sensible que rodea al pezón se denomina aréola, de éste sobresalen algunos abultamientos, que corresponde a las glándulas apócrinas (glándulas areolares de Montgomery) que junto con las glándulas sebáceas humedecen y engrasan la aréola.



Corte sagital de la glándula mamaria

7.1. FUNCIONES

La función primordial de las glándulas mamarias[3] es la secreción y expulsión de leche, la cual se denomina lactación. La secreción de leche se debe, en su mayor parte, a la PRL (prolactina), con ayuda de la progesterona y los estrógenos. La expulsión de la leche (eyección) se debe a la oxitocina, liberada de la neurohipófisis en respuesta a la succión del pezón.

La leche que se produce es una emulsión de lípidos en agua, que también contiene proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales. Es el alimento ideal para los lactantes durante los primeros seis meses de edad.

[3] Cada mes después del período menstrual deben explorarse minuciosamente las mamas en busca de bultos, aumento de los pliegues cutáneos (piel de naranja), retracción del pezón o secreción. Es importante, la exploración regular de las mamas por un médico y la realización de mamografías (radiografía de las mamas).

CICLO REPRODUCTOR FEMENINO

Durante su vida reproductiva las mujeres no embarazadas normalmente experimentan una secuencia cíclica de cambios en los ovarios y el útero. Cada ciclo dura aproximadamente un mes. El ciclo ovárico tiene el objetivo de liberar un solo ovocito II del ovario (ovulación). El ciclo uterino (menstrual) se encarga de preparar adecuadamente el endometrio para la implantación del blastocisto. Ambos ciclos están relacionados entre sí, y los cambios del ciclo uterino dependen directamente del ciclo ovárico.

1 Ciclo ovárico

Dura en promedio 28 días y presenta tres fases:

1.1. FASE FOLICULAR O PRE-OVULATORIA

Consiste en el desarrollo de los folículos primordiales hasta folículos maduros o de De Graaf. Se produce principalmente por acción de la FSH.

En el momento del nacimiento, los folículos primordiales son de 1 a 2 millones, luego degeneran, llegando 300 000 a 400 000 en la pubertad. Estos folículos están formados por un ovocito I rodeado por una sola capa de células granulosas, estas últimas brindan nutrición y un factor inhibidor de la maduración de los ovocitos.

Los folículos primarios contienen un ovocito I que ha aumentado 1 - 3 veces su diámetro y ha desarrollado una capa de células granulosas cúbicas. En esta fase aproximadamente 20 folículos primarios crecen y, finalmente, solo uno de ellos alcanza su madurez y se transforma en folículo secundario, los demás sufren regresión, formando los folículos atrésicos. Los folículos secundarios contienen un ovocito II y presentan una rápida proliferación de células granulosas, las cuales secretan un líquido folicular que forman el antro; y las células del intersticio forman una capa por fuera llamada teca, la cual se subdivide en: teca interna, con células epiteloides que secretan estrógenos, y la teca externa, que es una vaina de tejido conectivo muy vascularizada. Cuando el folículo está maduro se le denomina folículo de De Graaf.

1.2. OVULACIÓN

Proceso que se inicia con la ruptura del folículo de De Graaf, para luego liberar el ovocito II hacia la cavidad pélvica, ocurre por lo general en el día 14 en un ciclo de 28 días. La pared externa del folículo de De Graaf se hincha rápidamente y una pequeña zona hace protrusión en la cápsula, es el estigma, que se rompe y elimina un líquido que arrastra al ovocito II rodeada por la corona radiada y la zona pelúcida. La hormona LH es necesaria para el crecimiento final del folículo y para la ovulación. El brusco ascenso de LH en la mitad del ciclo desencadena la ovulación[4], aunque también se debe al aumento de niveles de progesterona.

1.3. FASE LUTEÍNICA O POST-OVULATORIA

Después de la ovulación, las células granulosas del folículo que quedan se llenan de inclusiones lipídicas y producen grandes cantidades de progesterona y estrógenos en menor cantidad; esta estructura se denomina cuerpo lúteo o amarillo. Si hay embarazo, el cuerpo lúteo persiste; si no hay embarazo empieza a degenerar aproximadamente 4 días antes de la siguiente menstruación, hasta que al fin es reemplazado por el tejido cicatrizal para formar el cuerpo albicans o blanco.

2 CICLO UTERINO (menstrual)

Son cambios cíclicos del endometrio funcional. Dura en promedio 28 días y presenta las siguientes fases:

2.1. FASE MENSTRUAL

Dura aproximadamente 4 días. Se caracteriza por el desprendimiento del endometrio funcional y la expulsión de 50 - 150 ml de sangre, líquido tisular, moco y células epiteliales procedentes del endometrio. Este hecho sucede por la caída brusca de estrógenos y progesterona, causando constricción de las arterias espirales uterinas, dando como consecuencia isquemia y muerte celular.

En ciertos casos, durante la menstruación, algunas mujeres presentan dolor en ambas fosas iliacas y en el hipogastrio

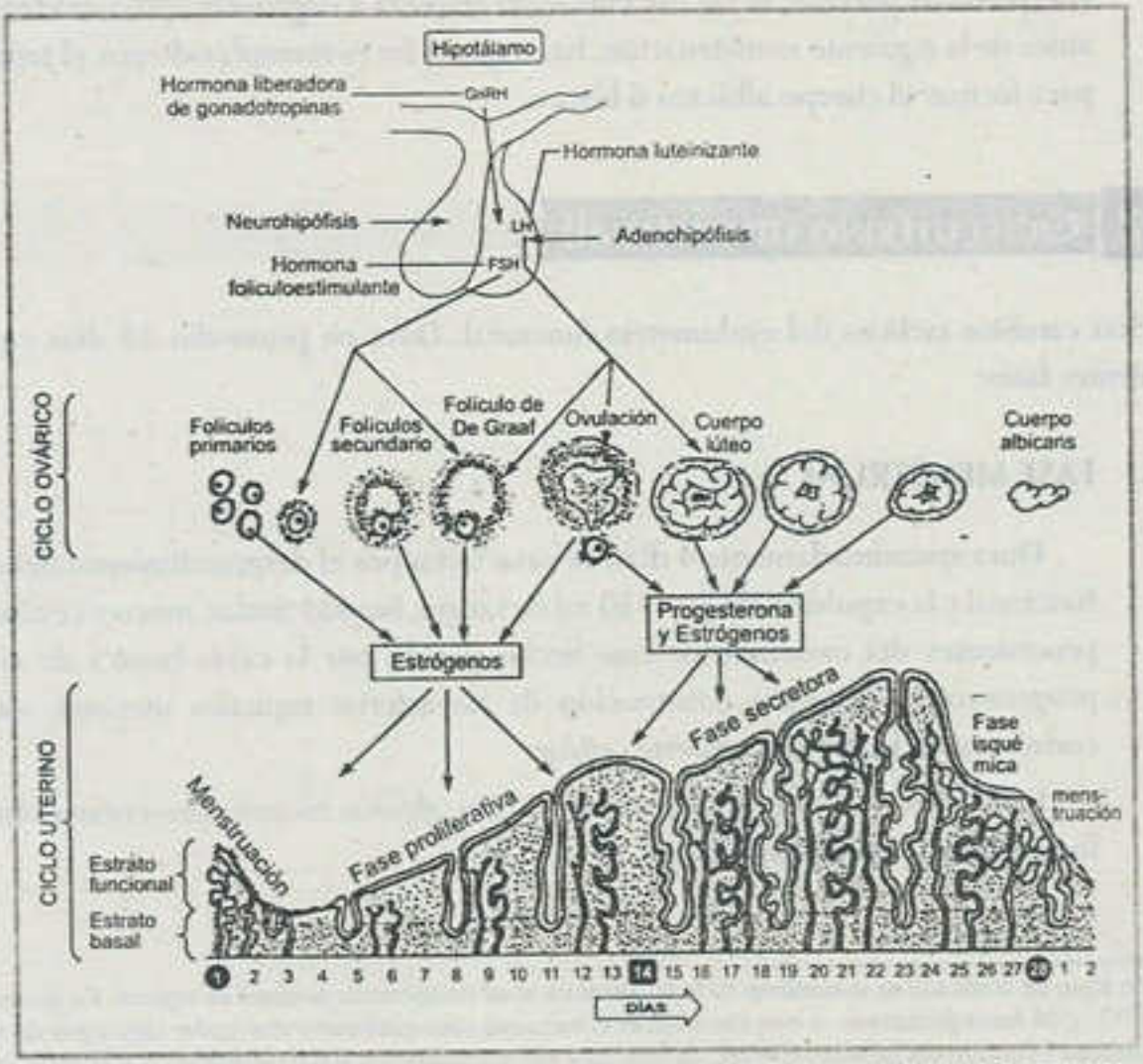
[4] Un signo de ovulación es el aumento de la temperatura basal (temperatura corporal en reposo). En general aumenta en 1 °C, y 24 horas posteriores a esta elevación es el momento para quedarse embarazada. Otro signo de ovulación es la cantidad y consistencia de moco cervical ... que se hace transparente y muy elástico a medida que se aproxima el momento de la ovulación. *Principios de Anatomía y Fisiología*. Tortora. Pág. 951-952.

2.2. FASE PROLIFERATIVA

Dura aproximadamente 9 días. Por acción de los estrógenos se triplica el espesor del endometrio. Las células de la capa basal sufren mitosis y producen una nueva capa funcional, conforme el endometrio se engruesa se desarrollan las glándulas endometriales que adquieren una forma corta y recta, las arteriolas se alargan y enrollan conforme penetran la capa funcional.

2.3. FASE SECRETORA

Dura aproximadamente 14 días y constituye la fase del ciclo menstrual más constante. Por acción fundamentalmente de la progesterona, las glándulas endometriales secretan grandes cantidades de glucógeno, que sirven para la nutrición e implantación del blastocisto. Las arterias espiraladas se alargan al duplicarse el espesor del endometrio. Estos cambios preparatorios se dan aproximadamente una semana después de la ovulación, correspondiendo con el momento de la posible llegada de un óvulo fecundado.



Correlación del ciclo uterino y del ciclo ovárico con las hormonas hipotalámicas y de la hipófisis anterior

2.4. FASE ISQUÉMICA

Dura aproximadamente un día. Por disminución brusca de hormonas, principalmente progesterona, el endometrio pasa por crisis esporádicas, cesando su riego sanguíneo local, ocasionando períodos de hipoxia intermitente. La necrosis isquémica desencadena exfoliación del endometrio en la fase menstrual siguiente. La capa basal no es afectada por la isquemia, porque posee su propio riego sanguíneo independiente y constante.

3 ACTO SEXUAL FEMENINO

El acto sexual en la mujer comprende la erección, la lubricación y el orgasmo.

3.1. ERECCIÓN-LUBRICACIÓN

La estimulación de la mujer, como la del varón, depende de respuestas psíquicas y táctiles. Así, la estimulación de las mamas o genitales femeninos, especialmente clítoris, causan un amplia excitación sexual. La respuesta, que está mediada por los impulsos parasimpáticos, llegan hasta los genitales externos desde la médula sacra, estimulando la secreción de moco filante por el epitelio de la mucosa cervical principalmente, aunque ayudado también por las glándulas de Bartholin. Este moco permite la lubricación de la vagina.

3.2. ORGASMO

Cuando el estímulo táctil de los genitales alcanza su intensidad máxima, se originan reflejos que provocan el orgasmo (clímax) femenino. Los músculos perineales se contraen de forma rítmica mediado por los nervios simpáticos, mecanismo semejante a la eyaculación masculina.

Al igual que en el varón, el orgasmo se acompaña de aumento de la frecuencia cardiaca y respiratoria, además de tensión muscular en todo el cuerpo, congestión del clítoris y mamas, sensaciones intensas de placer; todo ello está seguido por una relajación general.

La mujer a diferencia del varón es multiorgásmica, es decir, en un mismo acto sexual puede experimentar varios orgasmos, uno a continuación de otro, lo que no sucede con el varón que para experimentar otro orgasmo debe de esperar un tiempo adicional (período refractario).

SISTEMA REPRODUCTOR MASCULINO

Es un conjunto de órganos que contribuyen a la preservación de la especie humana, mediante la producción de los espermatozoides (gametos masculinos). Además, regula las funciones sexuales masculinas por intermedio de hormonas.

Está constituido por las gónadas o testículos suspendidos en el escroto, un órgano copulador (pene), las vías espermáticas y las glándulas anexas, tales como las vesículas seminales, la próstata, glándulas bulbouretrales (de Cowper).

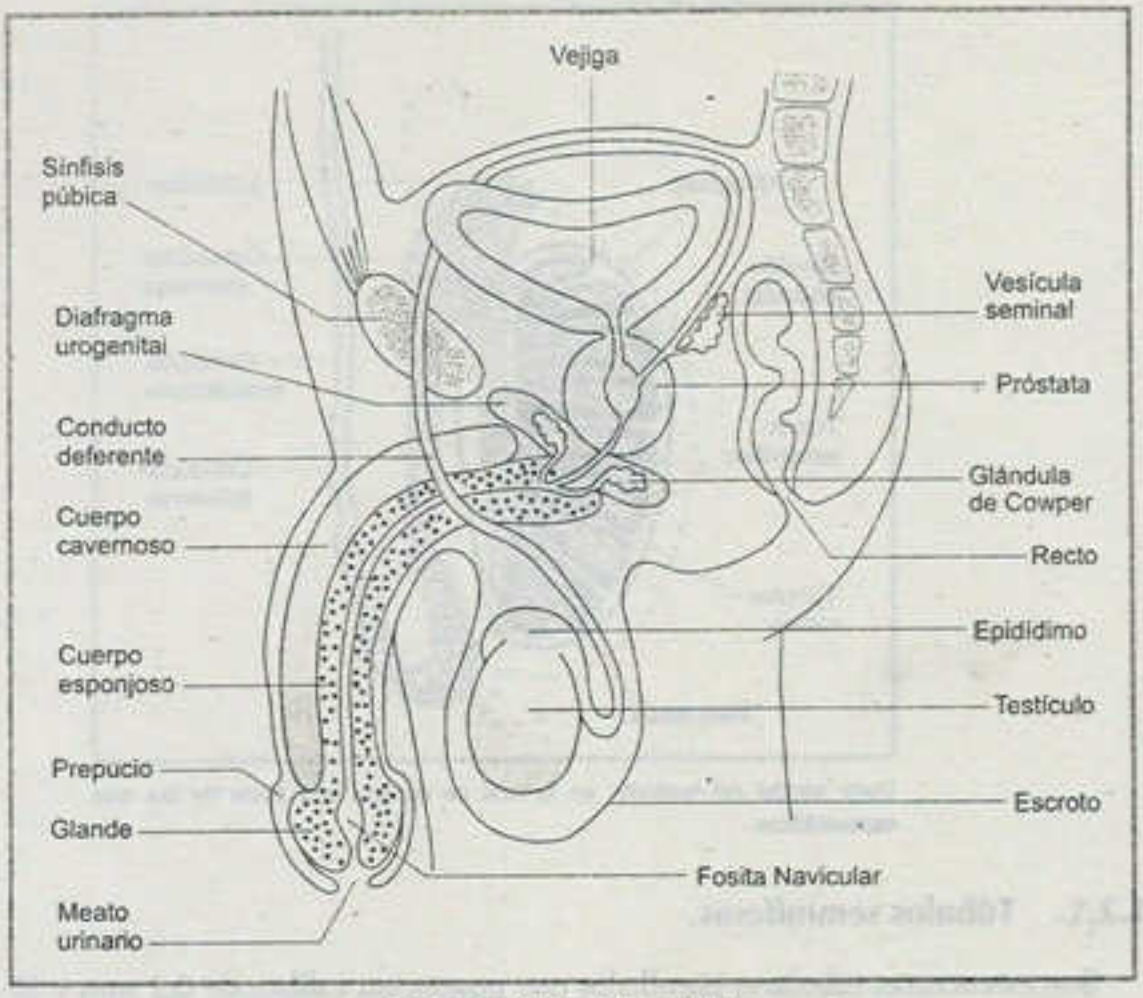
1 Los testículos

Son un par de órganos productores de espermatozoides y andrógenos (testosterona) localizados en el escroto o bolsa escrotal. Generalmente, el testículo izquierdo se encuentra más descendido que el derecho. En la etapa fetal, los testículos se ubican en las paredes posteriores del abdomen, empiezan a descender hacia la semana 28 del desarrollo y llegan a localizarse en el escroto en la semana 32. Esta ubicación les permite estar a una temperatura menor que la corporal (2 °C menos), la cual es óptima para la formación y supervivencia de espermatozoides. Se denomina **criptorquídea** cuando los testículos no logran descender al escroto desde la cavidad abdominal. Así por ejemplo, si los testículos se mantienen a mayor temperatura o si no descienden al escroto, no se podría producir espermatozoides, por lo tanto, el varón sería infértil.

El escroto es una bolsa cutánea, constituida por una piel laxa y fascia superficial. Por fuera, parece una sola bolsa de piel separada por una depresión de la línea media, llamada rafe. Por dentro, la divide un tabique en 2 sacos, cada uno de los cuales contiene un testículo. Tal división consiste en fascia superficial y un tejido contráctil, llamado dartos (músculo liso), que provoca el arrugamiento de la piel del escroto. La localización del escroto y la contracción de sus fibras musculares regulan la temperatura de los testículos. El músculo cremáster eleva los testículos durante la erección y durante la exposición al frío, mientras que la exposición a un ambiente más cálido invierte el proceso.

Cada testículo pesa aproximadamente 25 g, tiene forma ovoidea, mide 4 cm de largo, 3 cm de ancho y 2,5 de espesor. Presenta dos polos (superior e inferior), dos caras (interna y externa) y dos bordes (anterior y posterior).

En cuanto a su morfología interna presenta:



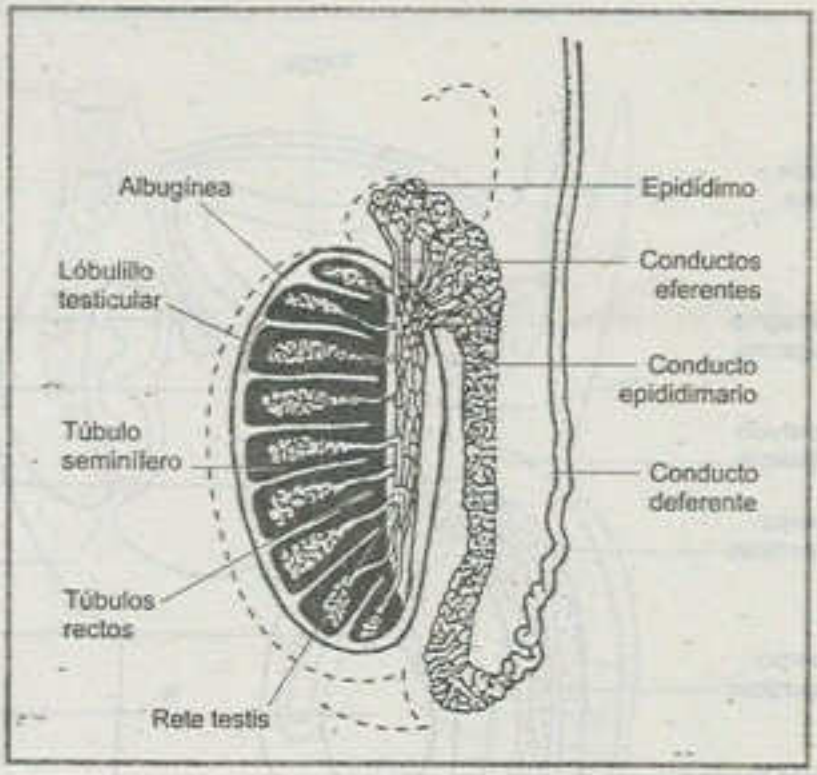
Corte sagital de la pelvis masculina

1.1. ESTROMA

Es la cubierta del testículo. Está constituido por tejido conectivo denso, denominado túnica albugínea, esta envía tabiques hacia el interior, dividiendo al testículo en 250 compartimientos piramidales denominados lobulillos testiculares. Los tabiques no son completos en todo su trayecto y, frecuentemente, hay intercomunicación entre los lobulillos. Conjuntamente a la túnica albugínea se encuentra la túnica vascular, la cual forma la cápsula vascular del testículo.

1.2. PARÉNQUIMA

Está conformado por los lobulillos testiculares. Cada lobulillo testicular contiene en su interior de 2 a 3 túbulos seminíferos, rodeados por tejido conectivo laxo muy inervado y vascularizado que se deriva de la túnica vascular. Dispersos entre los túbulos seminíferos hay un espacio denominado intersticio, en donde se localizan un conglomerado de células endocrinas denominadas **células intersticiales** o de **Leydig**, las cuales van a sintetizar la hormona testosterona.



Corte sagital del testículo; en la cual se aprecia una parte de las vías espermáticas

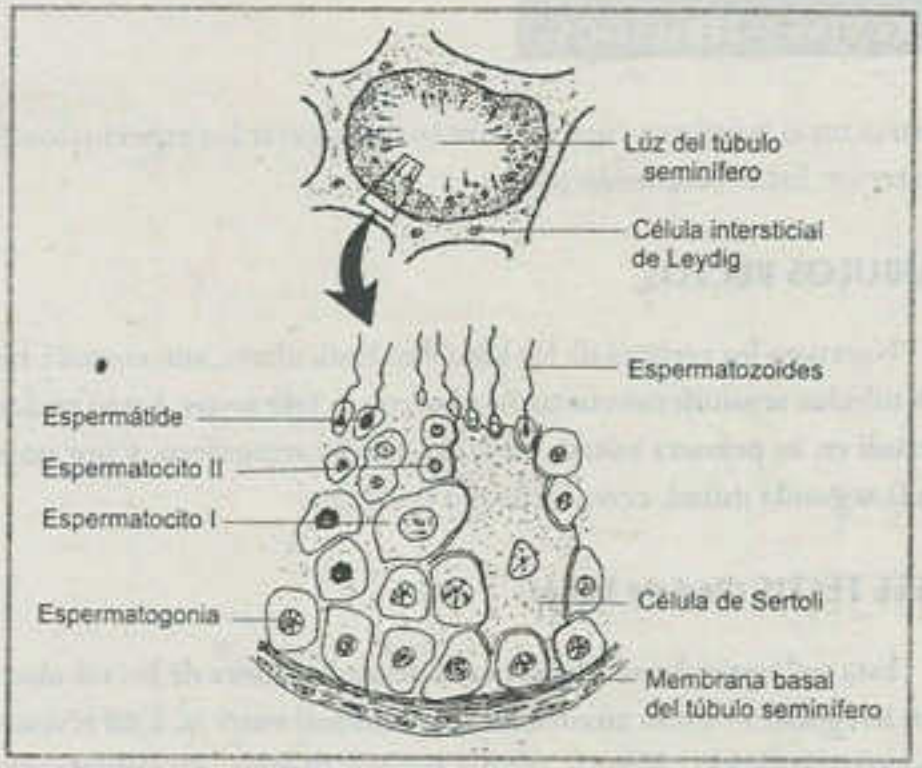
1.2.1. Túbulos seminíferos.

Son estructuras tubulares enrollados que poseen un calibre de 0,2 mm y 30 - 70 cm de longitud rodeados por una extensa red de capilar. En el interior de los túbulos, es decir, en el epitelio de los tubos seminíferos se da el proceso de formación de espermatozoides, proceso denominado espermatogénesis. En ambos testículos existen aproximadamente 1000 túbulos seminíferos, que en conjunto podrían alcanzar los 500 m de longitud; en cada uno de éstos túbulos se distinguen dos segmentos:

- Túbulos seminíferos contorneados, son los segmentos principales.
- Túbulos seminíferos rectos, que son segmentos terminales cortos. Es la continuación de los túbulos contorneados.

El epitelio del túbulo seminífero está formado por una membrana basal, células espermatogénicas y células de Sertoli.

Entre las células espermatogénicas tenemos en primer lugar a las espermatogonias que son células germinativas que van a dar origen a los espermatozoides. Las espermatogonias están localizadas junto a la membrana basal y que en dirección a la luz del túbulo existen capas de células progresivamente más maduras. En orden de progresión de madurez están los espermatocitos primarios, espermatocitos secundarios y los espermátides. Los espermátides por la espermiogénesis se transforman en espermatozoides, los cuales se localizan en la luz del túbulo seminífero.



Corte transversal del túbulo seminífero, en la cual se observa a las células espermatogénicas en diversos estadios de maduración.

Las células de Sertoli son células alargadas, de forma piramidal que se apoyan sobre la membrana basal del túbulo seminífero, y quedan comprimidas entre los de la estirpe espermatogénica. Su citoesqueleto es muy abundante, ello es importante para el desarrollo del gameto por lo que se encargan de proteger y nutrir a las células germinales. Además fagocitan las células espermatógenas en degeneración, y regulan la liberación de espermatozoides en la luz de los túbulos seminíferos. Las células de Sertoli constituyen la barrera hematotesticular, esta reviste importancia porque los espermatozoides y sus predecesores poseen antígenos de superficie que el sistema inmunitario reconoce como extraños y la barrera previene el surgimiento de una respuesta inmunitaria contra dichos antígenos al aislarlo de la sangre. Las células de Sertoli sintetizan también la hormona inhibina, la cual regula la secreción de la FSH (hormona folículo estimulante).

1.3. INTERSTICIO

Es el espacio localizado entre los túbulos seminíferos. Está constituido por tejido conectivo y las células intersticiales o de Leydig, las cuales secretan la hormona testosterona, la misma que es activada por la hormona luteinizante (LH). La testosterona regula la diferenciación de los órganos sexuales masculinos, así como también es el responsable de los caracteres sexuales secundarios masculinos como vello pubiano romboidal, voz grave, mayor masa muscular, etc.

2 LAS VÍAS ESPERMÁTICAS

Son estructuras tubulares cuya función es transportar los espermatozoides desde el testículo hacia el exterior. Está constituido por:

2.1. TÚBULOS RECTOS

Nacen en los vértices de los lobulillos testiculares, son cortos y rectilíneos y comunican los túbulos seminíferos contorneados con la rete testis. Están rodeados por las células de Sertoli en su primera mitad, cerca del túbulo seminífero, y por un epitelio simple cúbico en la segunda mitad, cerca de la red testicular.

2.2. RETE TESTIS (Red de haller)

Esta red testicular se forma por la desembocadura de los túbulos rectos. Sus conductos son irregulares y están anastomosados (unidos) entre sí. Está revestida por epitelio cúbico monoestratificado. Algunas células poseen flagelos, probablemente para transportar las células gonadales que todavía carecen de movilidad.

2.3. CONDUCTOS EFERENTES

Se dirigen hacia arriba, atraviesan la albugínea y desembocan en el conducto epididimario. Parten de la red testicular en número de 10-20 conductillos, cuya función es conducir espermatozoides. Presenta epitelio simple que consiste en grupos de células cúbicas no ciliadas alternado con células cilíndricas ciliadas, todo rodeado por fibras musculares lisas.

2.4. CONDUCTO EPIDIDIMARIO

Es el conducto colector común de los conductos eferentes. Es largo, delgado y tortuoso. Mide de 4-6 m de longitud, aunque se halla enrrollado formando un ovillo de sólo 5 cm de longitud. El epidídimo (formado por los conductos eferentes y el conducto epididimario) presenta tres segmentos: cabeza, cuerpo y cola, y está revestido por epitelio poliestratificado.

Durante el pasaje a través del epidídimo, los espermatozoides maduran y adquieren movilidad, así como la capacidad para fertilizar al óvulo. Esta maduración depende de los andrógenos.

Considérase al epidídimo como el depósito mas importante de esperma, pues contiene un enorme número de espermatozoides. Se almacenan por lo menos durante un mes, después, son expulsados o degeneran y son reabsorbidos.

2.5. CONDUCTO DEFERENTE

Es la continuación del conducto epididimario. Es un conducto con una musculatura bien desarrollada que mide entre 35 - 45 cm de longitud, asciende por el borde posterior del testículo, entra en el conducto inguinal y llega a la cavidad pélvica formando el cordón espermático junto con las arterias y venas. Se une a la vesícula seminal para así formar el conducto eyaculador. Su porción terminal es dilatada y se llama ampolla, cuya pared tiene carácter glandular.

El conducto deferente tiene una pared muscular lisa de 1 mm de espesor y se identifica mediante el tacto a través de la piel del escroto. Este hecho anatómico es útil para la aplicación de la **vasectomía**, que es la interrupción y ligadura bilateral de los conductos deferentes. Se hace con fines de contracepción definitiva, esterilizándose al sujeto.

2.6. CONDUCTO EYACULADOR

Se ubica por detrás de la vejiga urinaria. Cada uno mide 2 cm de longitud y se forma por la unión del conducto deferente y el conducto de la vesícula seminal.

Desemboca en la uretra prostática. La luz de este conducto está cubierto por epitelio cilíndrico simple y no presentá músculo liso en su pared.

2.7. URETRA

Es el conducto terminal del sistema reproductor masculino y sirve como vía de paso para los espermatozoides o la orina. En el varón, la uretra pasa a través de la glándula prostática, el diafragma urogenital y el pene. Mide aproximadamente 20 cm y se divide en uretra prostática, membranosa y esponjosa o peneana.

3 EL PENE

Es el órgano copulador masculino, el que deposita los espermatozoides en las vías genitales femeninas; además de tener la función de excretar la orina. Se localiza delante de la sínfisis del pubis y encima de las bolsas escrotales. Tiene forma cilíndrica y está formado por una raíz, un cuerpo y un glande. La raíz del pene se encuentra fijada a la parte anterior de la pelvis por la inserción de los cuerpos cavernosos en las ramas isquiopúbicas.

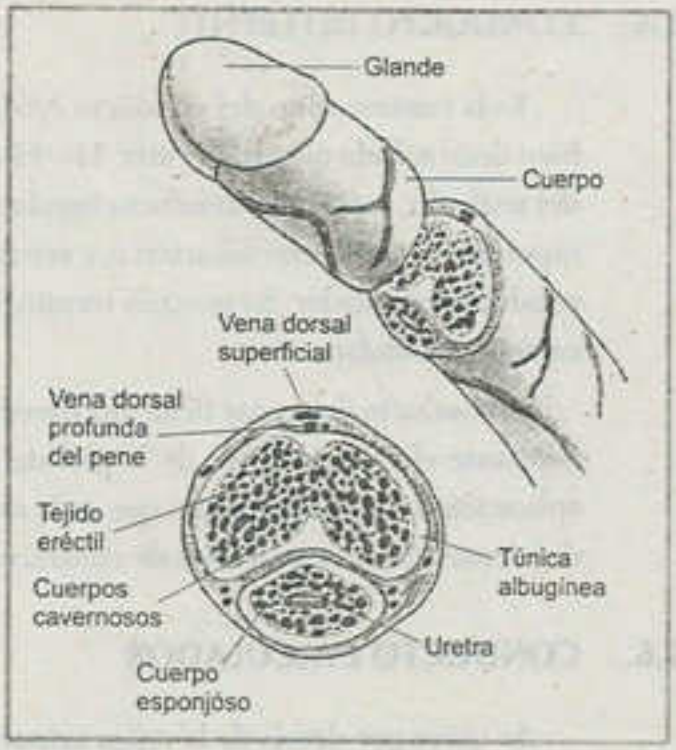
El cuerpo es un cilindro aplanado de adelante atrás y se encuentra recubierto por piel elástica. El glande es un abultamiento conoide constituido por una expansión del cuerpo esponjoso. Presenta una hendidura vertical denominado meato urinario, el cual es cubierto parcialmente por un repliegue de piel llamado prepucio, el mismo que está tapizado por epitelio

plano estratificado no queratinizado y que al descamarse constituyen una secreción llamada **esmegma**.

El cuerpo del pene está constituido por tres masas cilíndricas de tejido eréctil:

3.1. CUERPOS CAVERNOSOS

Son dos, uno derecho y otro izquierdo. Ocupan el plano dorsal del pene. Su longitud es de 15 cm en estado de erección al llenarse de sangre; derivada, en su mayor parte, de las arterias helicinas que se vuelven rectas durante la erección, mientras que se hacen helicoidales en el pene flácido.



Esquema del pene en un corte transversal

3.2. CUERPO ESPONJOSO

Se encuentra localizado en el plano ventral del pene. Contiene en toda su longitud a la uretra y termina en una dilatación llamada glande, denominada también cabeza del pene. La punta del glande está perforada por el final de la uretra, como una ranura vertical.

Los tres cuerpos se unen por una cubierta común de tejido conectivo laxo. La piel de la porción proximal del pene tiene algunos pelos púbicos y numerosas glándulas sudoríparas y sebáceas. La porción distal del pene no tiene pelos y son muy escasas sus glándulas sudoríparas

4 LAS GLÁNDULAS ANEXAS

4.1. LAS VESÍCULAS SEMINALES

Se localizan en la parte posterior y en la base de la vejiga urinaria por delante del recto. Secretan un líquido viscoso, amarillento, alcalino, rico en fructosa, vitamina C, fibrinógeno y prostaglandinas que se vierten hacia el conducto eyaculador. Esta secreción sirve como fuente de energía para los espermatozoides y constituye casi el 60% del volumen del semen. La naturaleza alcalina de esta secreción ayuda a neutralizar la acidez del sistema reproductor femenino (vagina).

Miden, aproximadamente, 5 cm de longitud, es órgano par de estructura retorcida en forma de saco, por lo que su mucosa está muy contorneado y su luz está cubierto por epitelio estratificado cilíndrico. No es ningún reservorio de esperma, sino que es una glándula altamente secretora.

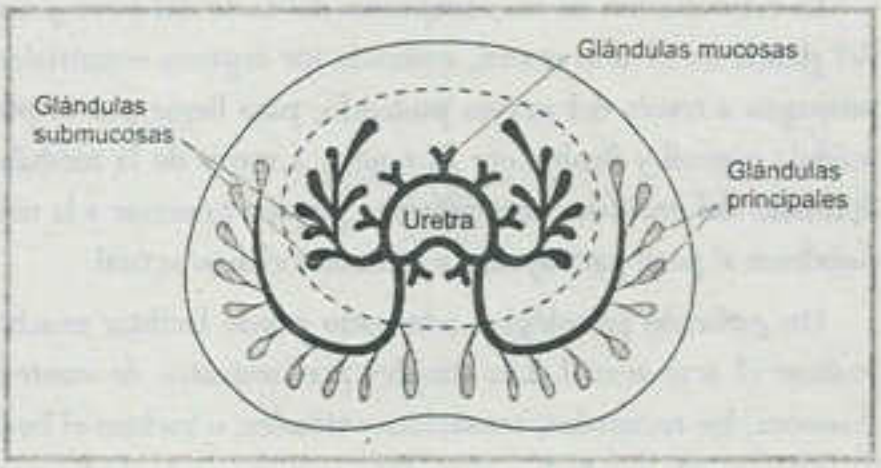
Durante la eyaculación, la vesícula exprime su contenido; en ella se puede encontrar espermatozoides, que llegaron allí seguramente por casualidad desde el conducto deferente.

4.2. LA PRÓSTATA

Es la glándula anexa más grande del sistema reproductor masculino. Se encuentra localizada debajo de la vejiga, detrás de la sínfisis púbica y delante de la ampolla rectal. Esta glándula es un conjunto de 30 - 50 glándulas tubuloalveolares compuestas que están distribuidas en 3 capas concéntricas: mucosa, submucosa y principal. Las glándulas principales forman la mayor parte del tejido de la próstata, cuya secreción se almacena hasta el momento de la eyaculación.

La secreción prostática contiene lípidos, enzimas proteolíticas, fosfatasa ácida, fibrinolisina y ácido cítrico.

El epitelio glandular es desde cúbico hasta columnar, según la intensidad de la actividad androgénica.



Esquema que ilustra la distribución de las glándulas prostáticas

4.3. GLÁNDULA DE COWPER

Son llamadas también glándulas bulbouretrales. Son pequeñas, miden 3 - 5 mm de diámetro y están localizadas en la raíz del pene, exactamente en donde empieza la uretra membranosa. El epitelio de esta glándula está compuesta por células simples cúbicas.

La secreción de esta glándula es clara, similar al moco, y tiene como probable función lubricar y humedecer la uretra y el glande durante la excitación o acto sexual. Durante la eyaculación, este líquido viscoso precede a la liberación del semen.

FISIOLOGÍA DEL SISTEMA REPRODUCTOR MASCULINO

1 Acto sexual masculino

El acto sexual, llamado también cópula y que en el ser humano se llama coito, es el proceso por el cual los espermatozoides son depositados en el canal vaginal.

La fuente más importante de señales nerviosas sensitivas para la iniciación del acto sexual masculino es el glande del pene. El glande presenta una estructura sensitiva especialmente sensible que transmite al sistema nervioso una modalidad especial de sensación, denominada sensación sexual.

La estimulación de los receptores del tacto del pene y especialmente una acción de masaje del glande en el acto sexual, estimula los órganos sensoriales terminales. Luego, las señales se propagan a través del nervio pudendo, para llegar por el plexo sacro a la porción sacra de la médula espinal y finalmente ascienden a través de la médula espinal a áreas aún no muy bien definidas del encéfalo. Los impulsos pueden penetrar a la médula espinal procedentes de áreas próximas al pene para ayudar a estimular el acto sexual.

Un estímulo psicológico adecuado puede facilitar mucho la capacidad de una persona de realizar el acto sexual. Los simples pensamientos de contenido sexual, así como también las ilusiones, los recuerdos, sensaciones visuales, o incluso el hecho de soñar que se está realizando el acto sexual, puede hacer posible que se produzca la eyaculación (eyaculaciones nocturnas durante el sueño). Ocurre en algunas etapas de la vida sexual, especialmente en adolescentes.

Aunque los factores psicológicos desempeñan habitualmente un papel importante en el acto sexual masculino y pueden iniciarlo o inhibirlo, probablemente no es necesaria la participación del encéfalo para su realización, debido a que una estimulación genital adecuada puede causar, tras la sección de la médula espinal por encima de la región lumbar, la eyaculación.

Por tanto, el acto sexual masculino es el resultado de mecanismos reflejos intrínsecos integrados en la médula espinal sacra y lumbar, y estos mecanismos pueden iniciarse tanto por estimulación psicológica del encéfalo o por un estímulo sexual real, pero habitualmente se desencadena por una combinación de ambos.

Las etapas del acto sexual masculino comprende: erección, lubricación, emisión y eyaculación:

1.1. ERECCIÓN Y LUBRICACIÓN

La erección es el primer efecto de la estimulación sexual masculino. En la erección, el tejido eréctil del pene se llena de sangre, con lo que, el pene aumenta de tamaño y adquiere rigidez. El tejido eréctil, al llenarse con sangre, provoca un aumento de la presión arterial interna, la cual comprime las venas que normalmente drenan el pene. Las venas al comprimirse bloquean el flujo de salida, aumentando así la turgencia del órgano. Este proceso se desencadena cuando se conducen impulsos aferentes de los órganos genitales a los centros integrados en los segmentos lumbares de la médula espinal y por las vías o haces descendentes que median la erección en respuesta a estímulos eróticos y psíquicos. Las fibras parasimpáticas eferentes, que están localizadas en los nervios esplácnicos pélvicos, provocan la erección, mediado por la liberación de oxido nítrico (NO) que relaja el músculo liso vascular, conllevando a una vasodilatación de las arterias del pene y llenado de sangre de los senos sanguíneos de los tres cuerpos del pene.

Durante la estimulación sexual, los impulsos parasimpáticos, además de promover la erección, hacen que las glándulas uretrales (glándulas de Littre) y las glándulas bulbouretrales (de Cowper) secreten moco, este moco fluye a través de la uretra durante el acto sexual y ayuda en cierto grado a la lubricación del pene. Esto ayuda solo en cierto grado, puesto que la mayor parte del líquido lubricante lo produce la mucosa cervical de la mujer. Un acto sexual no lubricado origina impulsos dolorosos que, en vez de favorecer el coito, lo inhibe.

1.2. EMISIÓN Y EYACULACIÓN

La emisión y la eyaculación constituyen la culminación del acto sexual masculino. Cuando el estímulo sexual es extremadamente intenso, los centros reflejos de la médula espinal comienzan a emitir impulsos nerviosos simpáticos que provienen de los segmentos L_1 y L_2 para luego pasar a los órganos genitales por los plexos simpáticos hipogástricos y pelvianos para iniciar la emisión y luego la eyaculación.

La emisión es el movimiento del semen a la uretra. La eyaculación es la expulsión del semen fuera de la uretra, y se desencadena por un reflejo espinal que comprende dos partes que incluye la emisión y la eyaculación[5] propiamente dicha; ambas constituyen

[5] Diversas acciones sensoriales y motoras acompañan a la eyaculación, como el aumento de la frecuencia cardiaca, de la presión arterial, de la frecuencia respiratoria y sensaciones placenteras. Este conjunto de acciones, junto con los acontecimientos musculares que intervienen en la eyaculación, constituyen el orgasmo. *Principios de Anatomía y Fisiología*. Tortora - Grabowski. Pág. 953

respuestas simpáticas. Estos impulsos simpáticos originan contracciones peristálticas de los conductos de ambos testículos, epidídimos y conductos deferentes que impulsan a los espermatozoides en dirección hacia la uretra. Simultaneámente se presentan contracciones peristálticas en las vesículas seminales y la próstata que expulsan el líquido seminal y prostático junto con los espermatozoides.

2 Función endocrina testicular

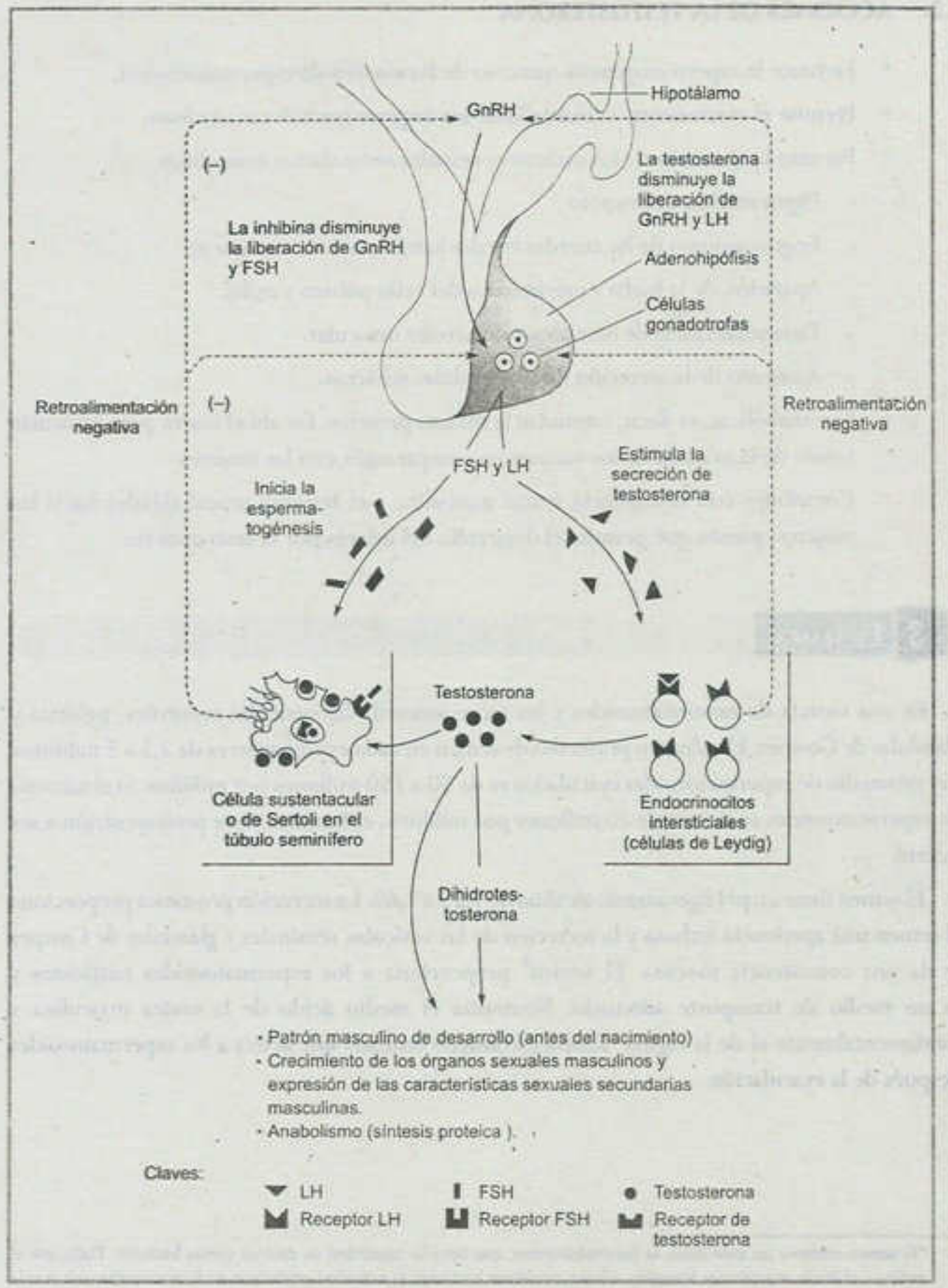
La testosterona es la principal hormona (derivada del colesterol) que elaboran los testículos. Esta hormona se sintetiza en las células de Leydig del testículo embrionario y su acción es inducir la formación de los genitales externos masculinos.

Durante la infancia hay poca secreción de testosterona pero a partir de la pubertad las células de Leydig comienzan a sintetizar mayor cantidad de dicha hormona, dando lugar a la aparición de los caracteres sexuales secundarios masculinos. La producción de la testosterona está regulada por el sistema endocrino mediante la acción de las hormonas FSH y LH. La testosterona se convierte así en el principal andrógeno (hormona sexual masculina).

CONTROL DE LA SECRECIÓN HORMONAL

El hipotálamo, a través de la hormona GnRH, estimula a la adenohipófisis para que esta secrete FSH y LH. La FSH actúa sobre las células de Sertoli, las cuales a su vez favorecen la espermatogénesis y elaboran la hormona inhibina, que actúa sobre la adenohipófisis bloqueando la secreción de FSH.

La LH estimula a las células intersticiales o de Leydig, para que elaboren la hormona testosterona que a su vez actuará sobre las células de Sertoli. La testosterona actúa por retroalimentación negativa para inhibir la liberación de GnRH por el hipotálamo, y de LH por la adenohipófisis, reduciéndose como consecuencia la producción de testosterona. Cuando disminuye la concentración de testosterona en la sangre, se libera GnRH, el cual estimula la liberación de LH, estimulando la producción de testosterona, completándose así el ciclo testosterona-LH.



Control hormonal de las funciones testiculares (eje hipotálamo-hipófisis-testículo)

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

2.2. ACCIONES DE LA TESTOSTERONA

- Favorece la espermatogénesis (proceso de formación de espermatozoides).
- Permite el crecimiento y desarrollo de los órganos genitales masculinos.
- Permite la aparición de los caracteres sexuales secundarios masculinos
  - Pigmentación del escroto
  - Engrosamiento de las cuerdas vocales inferiores (voz mas grave)
  - Aparición de la barba y crecimiento del vello púbico y axilar.
  - Ensanchamiento de hombros y desarrollo muscular.
  - Aumento de la secreción de las glándulas sebáceas.
- Son anabólicas, es decir, estimulan la síntesis proteica. De ahí el mayor peso muscular y óseo de la mayoría de los varones en comparación con las mujeres.
- Contribuye con la conducta sexual masculina y el impulso sexual (libido) hacia las mujeres, puesto que permite el desarrollo del interés por el sexo opuesto.

3 El semen

Es una mezcla de espermatozoides y las secreciones de las vesículas seminales, próstata y glándulas de Cowper. El volumen promedio de semen en cada eyaculación es de 2,5 a 5 mililitros y el promedio de espermatozoides eyaculados es de 50 a 150 millones por mililitro. Si el número de espermatozoides es menor de 20 millones por mililitro, el hombre tiene predisposición a ser infértil.

El semen tiene un pH ligeramente alcalino de 7,20 a 7,60. La secreción prostática proporciona al semen una apariencia lechosa y la secreción de las vesículas seminales y glándulas de Cowper le da una consistencia mucosa. El semen[6] proporciona a los espermatozoides nutrientes y es un medio de transporte adecuado. Neutraliza el medio ácido de la uretra masculina y fundamentalmente el de la vagina. También contiene enzimas que activa a los espermatozoides después de la eyaculación.

[6] "El semen contiene un antibiótico, la Seminalplasmina, que tiene la capacidad de destruir ciertas bacterias. Dado que el semen y el tracto reproductor femenino inferior contienen bacterias, la actividad antibiótica de la seminoplasmina puede [illegible] bacterias para facilitar la fecundación". *Principios de Anatomía y Fisiología*. Tortora - Grabowsky. Pág. 934

Lectura 1

Riesgos en el recién nacido de madre adolescente en el Hospital Hipólito Unanue de Tacna

El propósito de este estudio fue determinar los factores asociados y riesgos de los recién nacidos de madres adolescentes (11-19 años) atendidas en el Hospital "Hipólito Unánue" de Tacna en comparación con recién nacidos de madres adultas (20-34 años). Para ello se revisó el banco de datos del Sistema Informático Perinatal del Departamento de Gineco Obstetricia. Se encontró que durante los años 1992-1996 se atendió un total de 13 392 nacimientos y dentro de éstos a 2550 recién nacidos de madres adolescentes, lo que representa una frecuencia del 19,04%.

Los recién nacidos (R.N.) de madres adolescentes nacen en condiciones socioeconómicas y culturales más desfavorables que los recién nacidos de madres adultas, pues sus madres presentan asociación significativa con: menor escolaridad, alta dependencia económica, situación conyugal inestable y viven en zonas social y económicamente deprimidas. Además, presentan una talla y peso materno promedio menor que las adultas lo que condiciona a que sus RN tengan peso, talla y perímetro cefálico promedio menor a los RN de madres adultas.

Sus madres tienen menor frecuencia de controles prenatales y en las que tienen algún control, el primero es más tardío que en las adultas. Teniendo durante el embarazo 2,52 veces mayor riesgo de presentar eclampsia.

Los recién nacidos de madres adolescentes presentan significativamente un mayor riesgo de prematuridad, bajo peso al nacer, retardo de crecimiento intrauterino y membrana hialina que los recién nacidos de madres adultas, todos estos factores determinan un incremento en la mortalidad neonatal precoz, la cual resulta siendo el doble de la encontrada en los hijos de madres adultas. Estos mayores riesgos se deben al ámbito en el que crece la adolescente, el que tiene mayor impacto sobre su embarazo y su recién nacido que su edad cronológica.

En estudios recientes se ha demostrado que el EA con apoyo psicosocial y un buen control prenatal es indistinguible, desde el punto de vista biológico, del embarazo de la mujer adulta. Sin embargo un embarazo en esta etapa de la vida sin apoyo ni atención especial continúa presentando enfermedad materna, fetal y neonatal con más frecuencia que en la adulta embarazada.

En las sociedades urbanas las consecuencias sociales del embarazo, como la feminización de la pobreza, suelen ser graves. Es necesario destacar que la edad materna es un factor de riesgo obstétrico y post-natal menor que el factor clase social, lo cual equivale a decir que se trata más bien de un problema socioeconómico. Dicho de otro modo, el ámbito en el que crece la adolescente tiene mayor impacto sobre su embarazo y su recién nacido que su edad cronológica.

En el Perú la población adolescente (10 a 19 años) está constituido por el 23% de la población total. El 11% de las mujeres de 15 a 19 años son madres o están embarazadas por primera vez. Y en las grandes ciudades el 20% de nacimientos hospitalarios corresponden a mujeres de 10 a 19 años, y una de cada 5 de estas madres adolescentes ha tenido de 2 a 4 embarazos antes de cumplir los 20 años de edad.

El propósito de este estudio es conocer las características del RN madre adolescente (MA) de la ciudad de Tacna y el entorno socio-económico en el que nace, determinando cuáles son los riesgos

neonatales que presenta. En el Hospital Hipólito Unanue de Tacna, uno de cada 5 partos se produce en mujeres de 11 a 19 años, esta cifra es similar al promedio nacional y Latinoamericano reportado en diversos estudios.

Las condiciones socio-económicas y culturales en las que viven las madres adolescentes son más desfavorables que las madres adultas; pues tienen menor escolaridad, alta dependencia económica, situación conyugal inestable y viven en zonas donde hay mayores condiciones de pobreza; y es en estas condiciones en las que nacen sus hijos. Estos factores se asocian a resultados negativos del nacimiento de los infantes, ya que hay mayor probabilidad de que las madres reciban menos cuidado prenatal, debido a la relación entre bajo nivel educativo y la poca información que reciben sobre la atención médica adecuada y la maternidad. Nuestros resultados se asemejan a todos los estudios realizados sobre esta problemática.

El peso materno es un buen signo pronóstico de bajo peso al nacer y de mortalidad infantil; en nuestro estudio el promedio de peso de la madre adolescente fue menor que la adulta, lo que es probable que influya en el peso de su recién nacido.

Casi la mitad de las madres adolescentes no tienen o tienen control prenatal inadecuado, siendo este tardío. La falta de control prenatal en las adolescentes es un hecho reportado en muchos estudios. La demora del CPN se debe al temor de descubrir que están embarazadas y postergan la comunicación a sus padres, sin saber donde recurrir.

El RN de madre adolescente tiene medidas antropométricas menores que los RN de madres adultas, pero nacen con semejante vitalidad.

La morbilidad neonatal es similar a la encontrada en los recién nacidos de madres adultas, salvo un mayor riesgo de prematuridad, bajo peso al nacer, retardo de crecimiento intrauterino y membrana hialina.

La prematuridad se debería, no solamente a la edad materna, sino a otros factores asociados como baja escolaridad, ruralidad o marginalidad y ausencia de control prenatal o control inadecuado. La presencia de bajo peso al nacer, se debería además de la edad materna, a otros factores como el peso y la talla materna que son significativamente menores que la adulta, y a la falta de control prenatal. La presencia de Membrana Hialina, se debe básicamente a la mayor incidencia de prematuridad, lo que condicionaría a presentar mayor riesgo de mortalidad.

Por lo tanto, la prematuridad y el bajo peso al nacer no sólo están relacionadas con la edad, sino que primordialmente se deben a las condiciones desfavorables en las que viven buena proporción de adolescentes en nuestro medio, como: pobreza, baja escolaridad, bajo peso materno, ausencia o inadecuado control prenatal, etc., factores que inciden directamente en la salud del neonato más que la edad de la madre.

En conclusión, la morbilidad neonatal es similar a la encontrada en los recién nacidos, hijos de madres ocultas, salvo un mayor riesgo de prematuridad, bajo peso al nacer, retardo de crecimiento intrauterino y membrana hialina. Todos estos factores, determinan un incremento en la mortalidad neonatal precoz, la cual resulta siendo el doble de la encontrada de los hijos de madres adultas. En efecto, los factores antes descritos se presentan como consecuencia del inadecuado control prenatal, la menor escolaridad y factores socio-económicos asociados. Además se observa que no hay diferencias en los factores de riesgo asociados a embarazos en madres adolescentes, si éstos son comparados con otros trabajos similares.

Fuente: *Diagnóstico* Vol. 39 Nº 1. enero-febrero 2000. Pág. 37-39

Lectura 2

Enfermedades de transmisión sexual

Las enfermedades de transmisión sexual (ETS), causadas por virus, bacterias, protistas o artrópodos que infectan los órganos sexuales o el aparato reproductor representan un serio y creciente problema de salud en todo el mundo. La Organización Mundial de la Salud calcula que hay 250 millones de casos nuevos de ETS cada año. Como su nombre lo dice, estas enfermedades se transmiten ya sea exclusiva o principalmente a través del contacto sexual. Aquí analizaremos algunas de las enfermedades más comunes de este tipo.

Infecciones bacterianas

La gonorrea, una infección del aparato genital y urinario, es una de las más comunes de todas las enfermedades infecciosas en Estados Unidos, y se calcula que infecta a por lo menos dos millones de personas cada año. La bacteria causante, la cual no puede sobrevivir fuera del cuerpo, se transmite casi exclusivamente por contacto íntimo. Penetra las membranas limitantes de la uretra, ano, cérvix, útero, oviductos y garganta. En los hombres, la inflamación de la uretra da como resultado la salida de pus por el pene y una micción dolorosa. Aproximadamente el 10% de los hombres infectados y 50% de las mujeres infectadas tienen síntomas ligeros o ausentes y, por tanto, no buscan tratamiento. Se convierten en portadores quienes pueden diseminar fácilmente la enfermedad. La gonorrea puede ocasionar infertilidad al bloquear los oviductos con tejido cicatrizal. El tratamiento con penicilina en un principio fue muy satisfactorio, pero las cepas resistentes ahora requieren el uso de otros antibióticos. Los niños nacidos de madres infectadas pueden adquirir la bacteria durante el parto. La bacteria ataca a los ojos de los recién nacidos y en alguna ocasión representó una causa importante de ceguera. Hoy en día, a la mayoría de los nacidos se les administran inmediatamente gotas con antibiótico para matar esta bacteria.

La sífilis es una enfermedad mucho más peligrosa aunque de menor prevalencia que la gonorrea. Es causada por una bacteria en forma de espiral que entra a las mucosas de los genitales, labios o ano o por la glándula mamaria. Al igual que la gonorrea, se mata rápidamente por exposición al aire y se disemina sólo por contacto íntimo. La sífilis empieza con una úlcera en el sitio de la infección. La sífilis puede curarse con antibióticos, pero si no es tratada, la bacteria se disemina por todo el cuerpo, multiplicándose y dañando muchos órganos que incluyen la piel, riñones, corazón y encéfalo, en ocasiones con resultados fatales. Aproximadamente cuatro de cada mil recién nacidos en Estados Unidos han sido infectados con sífilis antes de su nacimiento. Su piel, dientes, hígado y sistema nervioso central pueden estar dañados.

La clamidia ocasiona inflamación de la uretra en los hombres y de la uretra y el cérvix en las mujeres, pero en muchos casos no se presentan síntomas obvios, de manera que la infección no se trata y se disemina. Al igual que la bacteria de la gonorrea, la Chlamydia puede infectar y en ocasiones bloquear los oviductos dando como resultado esterilidad. La infección por clamidia puede ocasionar inflamación en los ojos de los niños recién nacidos de madres infectadas.

Infecciones virales

El síndrome de inmunodeficiencia adquirida, o Sida, es causado por un virus, el VIH. Debido a que el virus no sobrevive a la exposición al aire, se disemina principalmente por la actividad sexual y mediante la sangre y agujas contaminadas. El VIH, ataca al sistema inmune y deja a la víctima vulnerable ante una gran variedad de infecciones, que casi invariablemente resultan fatales. Los niños nacidos de madres con Sida en ocasiones se infectan antes o durante el parto. No existe curación, aunque ciertos fármacos como el AZT pueden prolongar la vida de estos pacientes.

El herpes genital alcanzó proporciones epidémicas durante la década de 1970 y continúa diseminándose a razón de más de un millón de nuevas víctimas cada año. Produce vesículas dolorosas en los genitales y en la piel que los rodea y se transmite principalmente cuando estas vesículas están presentes. El virus del herpes nunca abandona el cuerpo sino que reside en ciertas células nerviosas y aparece de manera impredecible, quizá en respuesta al estrés. La primera recaída es la más grave, las recaídas subsecuentes producen menos vesículas y pueden presentarse con poca frecuencia. El fármaco aciclovir, el cual inhibe la duplicación del DNA viral, puede disminuir la gravedad de las recaídas. Las mujeres embarazadas que presentan un episodio activo de herpes genital pueden transmitir el virus al niño en desarrollo y ocasionar grave incapacidad mental o física o aun un aborto. El herpes también puede transmitirse de la madre al niño si éste tiene contacto con las vesículas mientras nace.

Infecciones por protistas y artrópodos

La tricomoniasis es causada por Trichomonas, un protista flagelado que coloniza las mucosas que limitan el aparato urinario y los genitales tanto de hombres como de mujeres. Los síntomas consisten en un flujo causado por inflamación que se producen en respuesta a la presencia del parásito. Los protistas se diseminan por acoplamiento sexual, pero también pueden adquirirse mediante ropa o artículos de tocador contaminados. Las infecciones crónicas no tratadas pueden dar como resultado la esterilidad.

Las **ladillas**, son arácnidos microscópicos que viven y colocan sus huevos en el vello púbico. Su boca está adaptada para penetrar en la piel y succionar sangre y líquidos corporales, proceso que ocasiona prurito intenso. Las "ladillas" no son sólo irritantes; también pueden diseminar enfermedades infecciosas. Pueden controlarse mediante la higiene cuidadosa y tratamientos químicos.

Fuente: *Biología*. Audesirk. Pág. 214

CAPÍTULO

XV

Embriología

Anatomía

Las modernas técnicas de diagnóstico permiten hoy obtener una visión directa del embrión en cualquier fase de su desarrollo; todo ello ha hecho posible estudiar con mucho detalle la evolución de cada uno de los aspectos morfológicos del feto, así como la aparición de distintas funciones, como el latido cardíaco, el reflejo de succión, etc.

twitter.com/calapenshko

EMBRIOLOGÍA

Capítulo XV

Objetivos

- *Proporcionar una visión general de las etapas del desarrollo prenatal del ser humano.*
- *Describir los procesos de formación de los gametos masculino y femenino.*
- *Explicar el mecanismo de la fecundación, sus fases y las enzimas implicadas.*
- *Conocer el origen embriológico de los principales tejidos y órganos del cuerpo.*
- *Comentar paso a paso el desarrollo del cigote, embrión y feto, desde el primer día de vida hasta el nacimiento.*

Introducción

El desarrollo del ser humano no se inicia con el nacimiento, ya que previo a ello existe un período trascendental en el que los tejidos, órganos y aparatos o sistemas se forman. Este período, denominado desarrollo prenatal, es relativamente complejo puesto que implica numerosos procesos y mecanismos que empiezan con la fecundación, la cual incluye división, migración y diferenciación celular para permitir la progresión de cigote a embrión y posteriormente a feto.

Es importante conocer adecuadamente estas etapas, pues con ello se podrá comprender mejor el origen de cada una de las estructuras constituyentes del cuerpo y permitirá, además, comprender las diversas patologías que pueden tener asiento en este período con serias consecuencias postnatales. Por ejemplo, cuando un embrión es expuesto a determinados factores ambientales (marihuana, cocaína, alcohol, tabaco, etc.) pueden ser causa de malformaciones e incluso provocar la muerte. También explicaremos el porqué de fenómenos como embarazo gemelar, entre otros.

EMBRIOLOGÍA HUMANA

1 GENERALIDADES

El inicio del desarrollo humano ocurre con la concepción o fecundación, proceso durante el cual se une el gameto masculino o espermatozoide con un gameto femenino u ovocito (óvulo) para formar una célula denominada **huevo** o **cigoto** que viene a constituirse en la primera célula del nuevo individuo. Esta célula, debido a su alta especialización, constituye el punto de inicio de todos los seres humanos como individuos únicos. Contiene cromosomas y genes (unidades de información genética) que derivan del padre y la madre.

El organismo unicelular, conocido como cigoto, se divide muchas veces y en forma progresiva, pasa por ciertos estadios para constituir el **embrión** en primer lugar; luego con el desarrollo continuado se denominará **feto** hasta el nacimiento.

De manera literal, embriología significa el estudio de embriones (tres a ocho semanas inclusive); sin embargo, de manera amplia, la embriología humana estudia el desarrollo prenatal del hombre desde el momento de la fecundación. Incluye también el estudio de estructuras anexas al embrión y al feto, como son la placenta y el cordón umbilical.

2 GAMETOGÉNESIS

Es el proceso de formación y desarrollo de células generativas especializadas que se llaman gametos o células germinativas. Cuando este proceso implica la formación de espermatozoides en los testículos se denomina **espermatogénesis**, y cuando se forman ovocitos en los ovarios se denomina **ovogénesis**. De manera general, ambos procesos toman la denominación de gametogénesis.

Durante la gametogénesis se reduce a la mitad el número de cromosomas y se altera la forma de las células. El espermatozoide y óvulo contienen la mitad del número de cromosomas (23 cromosomas) que se encuentran en células somáticas (46 cromosomas). Durante la fecundación, cuando se une el espermatozoide (23 cromosomas) y el óvulo (23 cromosomas), se restituye el número cromosómico (46 cromosomas)

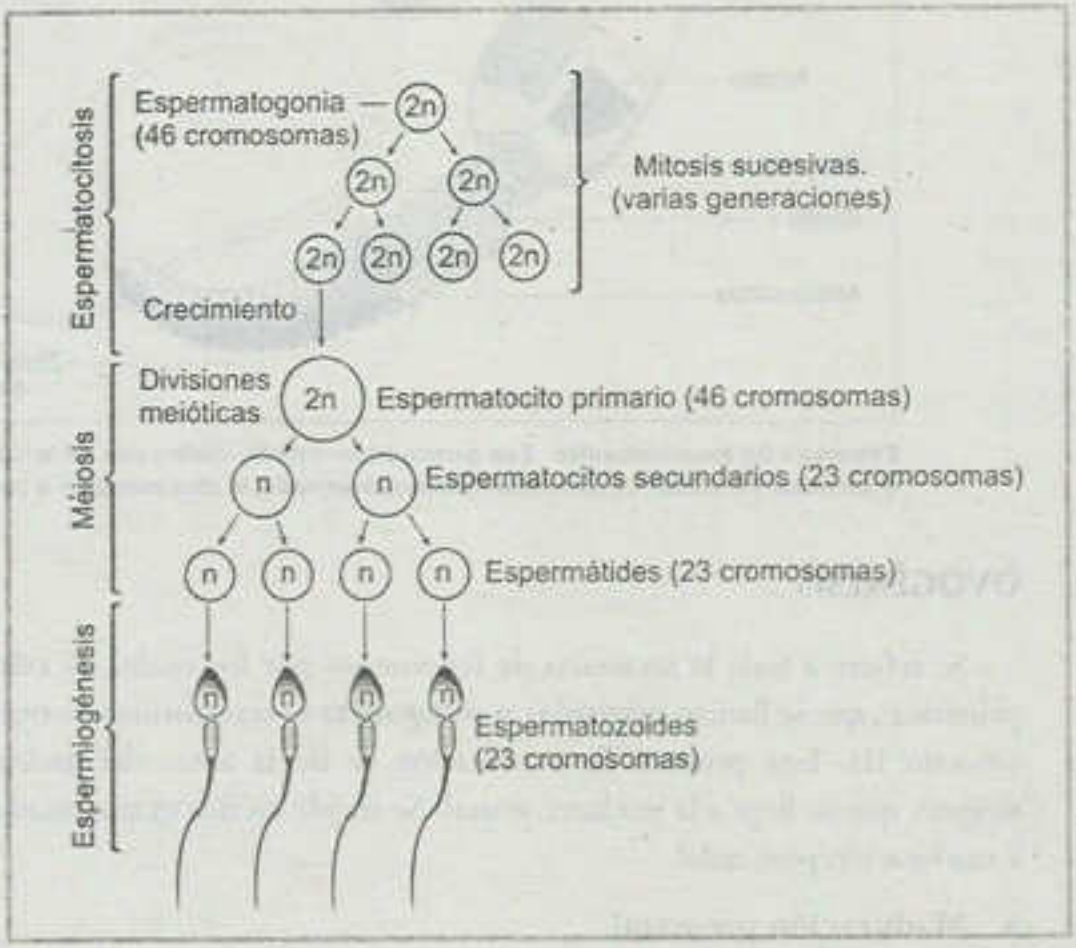
2.1. ESPERMATOGÉNESIS

Se refiere a la secuencia total de fenómenos por los cuales las células germinativas primitivas, llamadas espermatogonias, se transforman en espermatozoides. Este proceso

de maduración se inicia en la pubertad (13 a 16 años de edad) y continúa hasta edad avanzada.

Durante la pubertad en el varón, las espermatogonias se forman a partir de células del testículo, conocidas como células germinativas primordiales. Así, las espermatogonias pasan por tres fases antes de constituirse en espermatozoides, estas fases son:

- **Espermatocitosis**. Proceso por el cual las espermatogonias se dividen sin reducir la cantidad de cromosomas (división mitótica) y forman los *espermatocitos primarios*.
- **Meiosis**. En esta fase se producen 2 divisiones sucesivas: la primera división (reduccional) implica que cada espermatocito primario formará dos *espermatocitos secundarios*, los cuales tendrán la mitad del número de cromosomas (23). En la segunda división, los espermatocitos secundarios formarán cada uno a dos *espermátides*. En este proceso se mantiene el número de cromosomas (23).
- **Espermiogénesis o espermateliosis**. En esta etapa no ocurren divisiones celulares, solamente las espermátides, en forma gradual, van transformándose hasta alcanzar la estructura del espermatozoide.

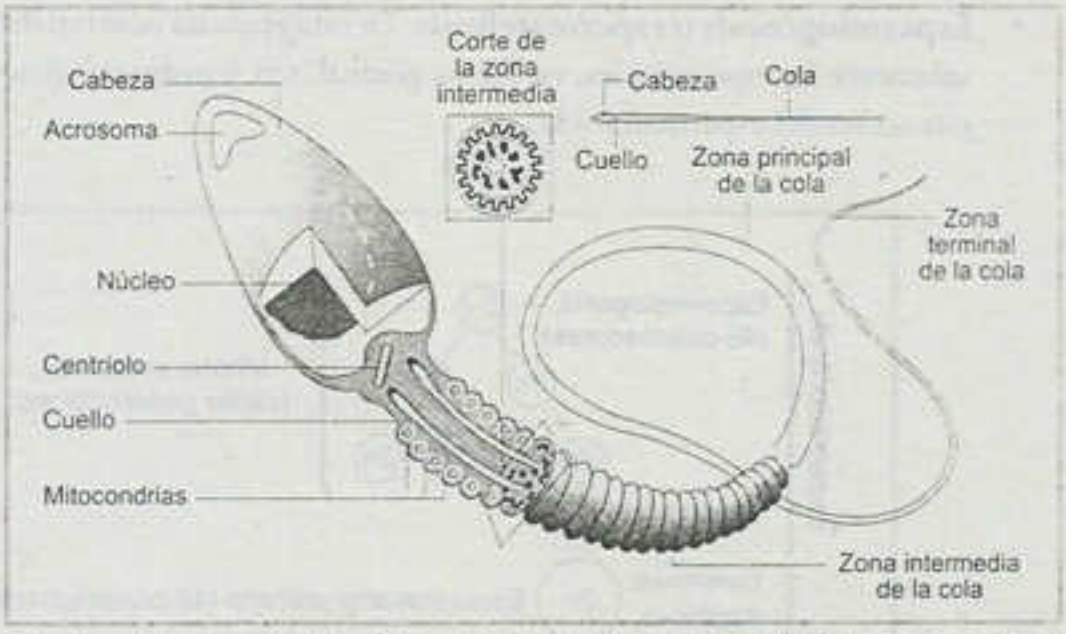


Espermatogénesis. Se aprecian las tres fases para la formación de espermatozoides: espermatocitosis, meiosis y espermiogénesis. Es importante destacar que la reducción del número de cromosomas ocurre en la primera parte de la meiosis.

2.1.1. Estructura del espermatozoide

Estructuralmente los espermatozoides presentan tres partes principales: cabeza, cuello y cola.

- **Cabeza**. Presenta el núcleo, que contiene los 23 cromosomas y el acrosoma que almacena enzimas que ayudarán en la fecundación.
- **Cuello**. Es un estrechamiento que une la cabeza y la cola.
- **Cola**. Constituido por tres segmentos o piezas: zona intermedia, zona principal y zona terminal. La cola transfiere la motilidad al espermatozoide, que le permite trasladarse hacia el sitio de la fecundación. Dicha motilidad se debe a que la zona intermedia contiene mitocondrias las cuales proporcionan ATP, energía necesaria para su actividad.



Estructura del espermatozoide Este gameto posee cabeza, cuello y cola. En la cabeza se localiza el acrosoma y el núcleo. La cola presenta la zona intermedia, la zona principal y la zona terminal.

2.2. OVOGÉNESIS

Se refiere a toda la secuencia de fenómenos por los cuales las células germinativas primitivas, que se llaman **oogonias u ovogonias** se transforman en **ovocitos maduros** (ovocito II). Este proceso de maduración se inicia antes del nacimiento y termina después que se llega a la madurez sexual. Se divide en dos etapas: maduración pre-natal y maduración post-natal.

a. Maduración pre-natal

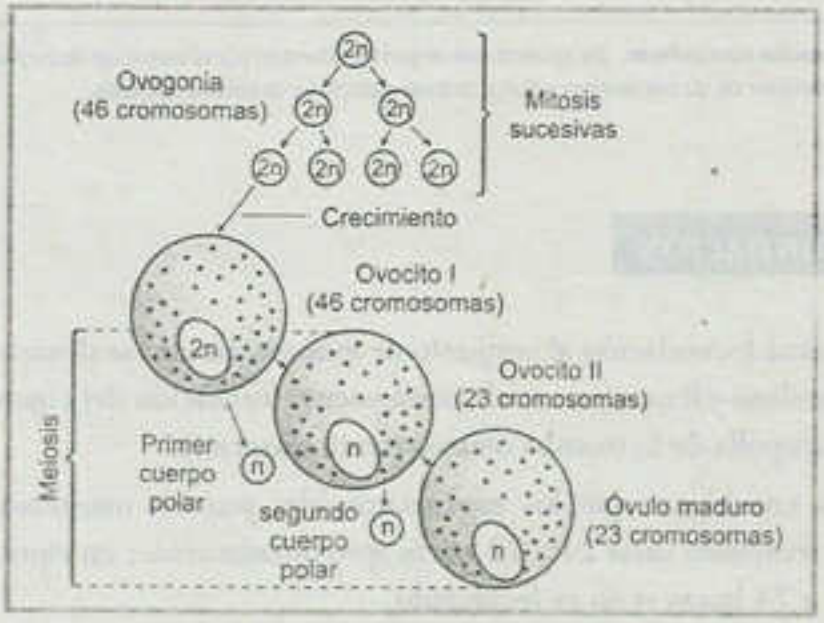
Durante la vida fetal temprana proliferan las oogonias por división mitótica. Todas las oogonias crecen para formar ovocitos primarios antes del nacimiento, los cuales

inician su primera división meiótica antes del nacimiento, pero la profase I no termina hasta la adolescencia, quedando suspendidos en un estadio denominado "dictioteno". En este estado se mantienen hasta la pubertad.

b. Maduración post-natal

Al inicio de la pubertad, un folículo madura cada mes desencadenando de este modo la ovulación (liberación de ovocito II). Unas 36 o 48 horas antes de cada ovulación, el ovocito primario (46 cromosomas) completa la meiosis 1, formando el ovocito secundario (23 cromosomas) y una pequeñísima célula (con muy poco citoplasma) llamada primer cuerpo polar. Al ocurrir la ovulación, el ovocito secundario inicia la segunda división meiótica, pero sólo progresa hasta la metafase II en la cual se detiene. Si hay fecundación se completa la meiosis II formándose el óvulo y el segundo cuerpo polar. El cuerpo polar degenera y el óvulo fecundado suele denominarse huevo.

En los ovarios de las niñas recién nacidas hay alrededor de 2 millones de ovocitos primarios; de ellos muchos involucionan en la niñez quedando aproximadamente 400 000 en la pubertad, de los cuales, solo 400 se convierten en ovocitos secundarios y se expulsan en la ovulación.

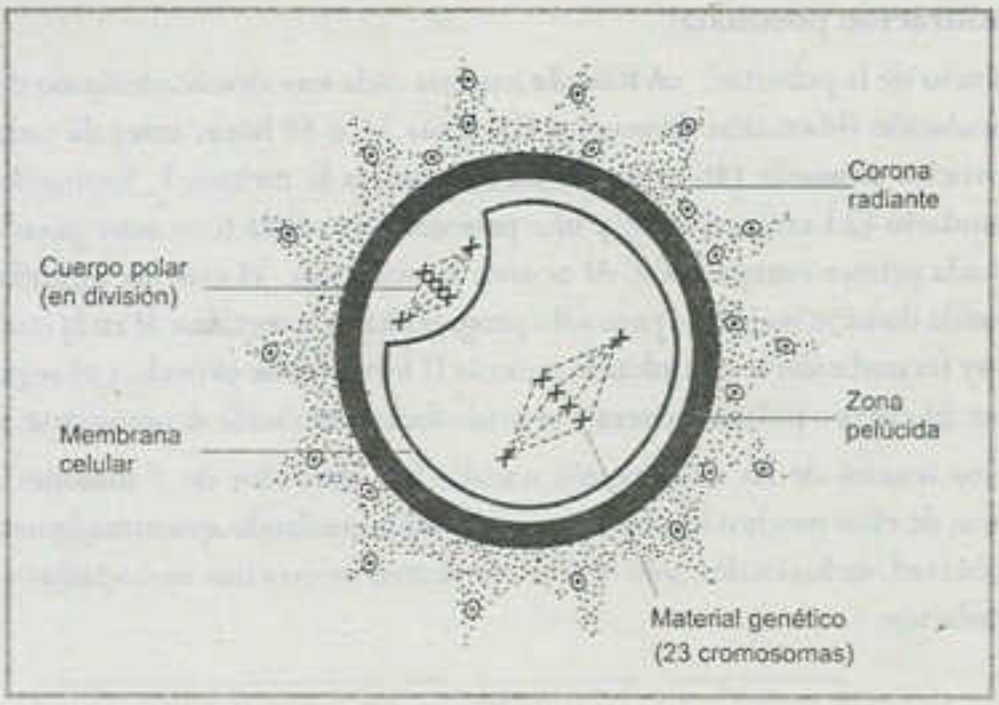


Ovogénesis: Las ovogonias se dividen por varias mitosis dando lugar luego a los ovocitos I que se dividen por meiosis. Culminada la primera parte de la meiosis se obtiene el ovocito II y el primer cuerpo polar. El ovocito II al culminar la segunda parte de la meiosis originará al óvulo y el segundo cuerpo polar.

2.2.1. Estructura del ovocito secundario

El ovocito secundario o gameto femenino, presenta una membrana celular que envuelve el citoplasma con el material genético (cromosomas). Rodeando a la membrana encontramos la zona pelúcida, que es una capa compuesta por mucopolisacáridos.

Alrededor de la zona pelúcida se encuentra un conjunto de células foliculares que constituyen la corona radiante.



Ovocito secundario. Se aprecia que el gameto liberado por el ovario en la ovulación presenta alrededor de su membrana celular, la zona pelúcida y la corona radiante.

3 Fecundación

Se denomina fecundación al conjunto de fenómenos que se desarrollan para la fusión de los gametos masculino y femenino con la consiguiente formación del cigote o huevo. Se realiza en la región de la ampolla de la trompa uterina (tercio externo).

Debemos considerar que los espermatozoides pueden mantenerse viables en el sistema reproductor femenino unas 24 a 72 horas aproximadamente; en cambio, el ovocito secundario sobrevive 12 a 24 horas si no es fecundado.

Luego de ser eyaculados, los espermatozoides pasan rápidamente desde la vagina hacia el útero, para luego pasar a las trompas de Falopio; esto ocurre gracias a la movilidad que les brinda su cola y ayudados por suaves contracciones del útero y de las trompas. En el trayecto, los espermatozoides sufren el fenómeno de capacitación, principalmente en el útero y también en las trompas uterinas, gracias a sustancias presentes en las secreciones de estos órganos; esto permite que se encuentren listos para la fecundación.

De los 200 a 300 millones de espermatozoides que son depositados en el sistema reproductor femenino durante una eyaculación, tan solo llegan 300 a 500 hasta el lugar de fecundación, los

demás mueren en el trayecto o quedan rezagados. De los 300 a 500 espermatozoides que llegan, generalmente uno solo fecundará.

La fecundación comprende las siguientes fases:

3.1. PENETRACIÓN DE LA CORONA RADIANTE

El acrosoma del espermatozoide se fusiona con su membrana para abrirse al exterior liberando sus enzimas, a esto se le llama la **reacción acrosómica**. De las enzimas liberadas, la **hialuronidasa**[1] junto a enzimas de la mucosa de la trompa uterina permiten que el espermatozoide se abra paso entre las células de la corona radiante.

3.2. PENETRACIÓN DE LA ZONA PELÚCIDA

Ocurre gracias a la enzima **acrosina** que también está presente en el acrosoma del espermatozoide.

3.3. REACCIÓN CORTICAL O REACCIÓN DE ZONA

Al ser penetrada, la zona pelúcida cambia sus característica
de más espermatozoides, pues sólo uno debe fecundar.

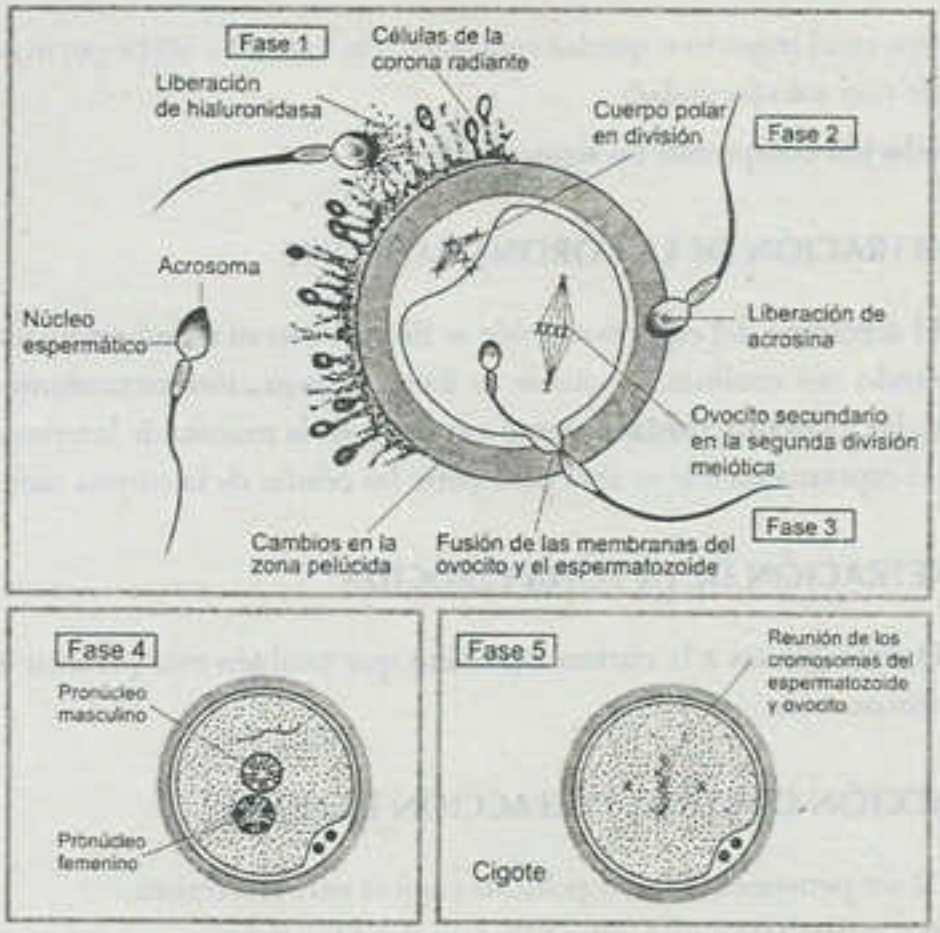
3.4. FORMACIÓN DE PRONÚCLEOS

El ovocito secundario completa su división meiótica (meiosis II) con la consiguiente formación del segundo cuerpo polar, el cual es expulsado. El núcleo del óvulo se convierte en pronúcleo, asimismo, la cabeza del espermatozoide se convierte en pronúcleo masculino, luego el espermatozoide fusiona su membrana con la del óvulo, introduciendo su núcleo.

3.5. ANFIMIXIS (Amphimixis)

La reunión de los cromosomas de los pronúcleos forma el material genético de la primera célula del nuevo ser llamada cigote o huevo; los cromosomas se disponen en metafase para la primera división celular del cigote. A esto se le conoce como anfimixis. Con esta división mitótica, el cigote formará dos células las cuales volverán a dividirse por mitosis formando cuatro células, estas a su vez se dividen nuevamente en ocho células y así sucesivamente.

[1] Enzima que rompe el ácido hialurónico, aumentando la permeabilidad de los tejidos conjuntivos disolviendo las sustancias que mantienen unidas a las células corporales.



Fases de la fecundación: Se observa en la primera fase la penetración de la corona radiante; la fase 2 corresponde a la penetración de la zona pelúcida; la tercera fase está dada por la reacción de zona; la fase 4 es la formación de los pronúcleos y la última fase es la anfimixis con la formación del cigote.

4 PERIODO PRE-EMBRIONARIO

4.1. PRIMERA SEMANA

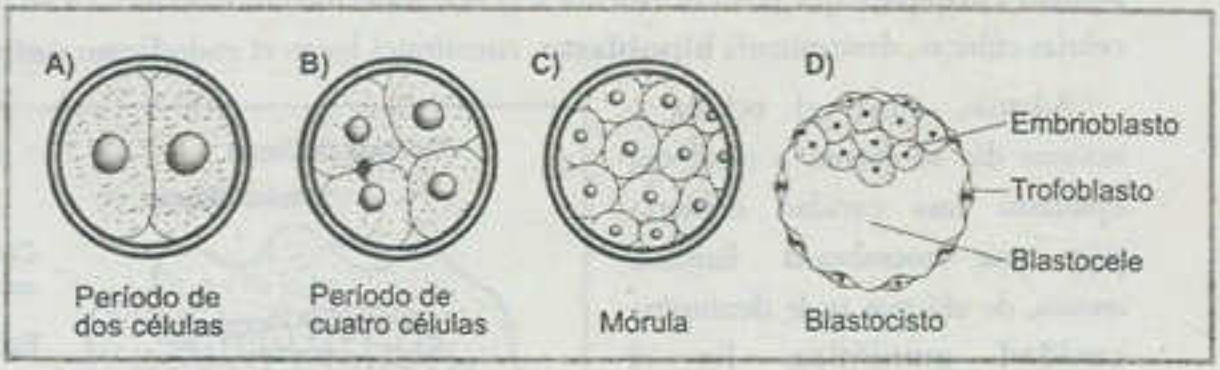
Luego de la fecundación, el cigote sufre divisiones celulares repetidas de tipo mitosis, en las que aumenta el número de células, pero el tamaño del conjunto no varía puesto que se mantienen rodeadas aún por la zona pelúcida; a esto se le conoce como **segmentación**.

A las 36 horas después de la fecundación, el cigote ha terminado su primera división por lo que presenta dos células. Luego, estas dos células vuelven a dividirse y en 48 horas se evidencian cuatro células.

Las divisiones continúan y al final del tercer día existen ya 16 células, ahora a todo este conjunto se le denomina **mórula**. Las células de la mórula siguen dividiéndose y entre el cuarto y quinto día constituyen el **blastocisto**, el cual está constituido por una masa celular interna o *embrioblasto* (a partir del cual se formará el embrión), una cubierta

externa de células llamada *trofoblasto* (que desarrollará formando una parte de la placenta) y una cavidad interna denominada *blastocele*.

El blastocisto continúa su desarrollo liberándose de la zona pelúcida.



Estadios de la primera semana: Se aprecia el desarrollo del cigote que por mitosis pasa al estadio de dos células (A), otra mitosis lo transformará en cuatro células (B), que tras varias mitosis pasarán a mórula (C) y blastocisto (D). Al desarrollo, durante esta semana por las constantes mitosis, se le denomina también segmentación.

Implantación. Aproximadamente a los 6 días después de la fecundación, el blastocisto llega al útero fijándose en la pared posterior del fondo.

Las células del trofoblasto se diferencian en dos zonas: el **sincitiotrofoblasto**, formado por células que no tienen límites entre ellas; y el **citotrofoblasto**, por células bien delimitadas. El sincitiotrofoblasto secreta enzimas que permiten que el blastocisto se vaya introduciendo en el endometrio de la pared uterina. Además, secreta la hormona gonadotropina coriónica humana (hCG), la cual pasa a la sangre materna y puede ser detectada en la orina, siendo útil para el diagnóstico precoz del embarazo.

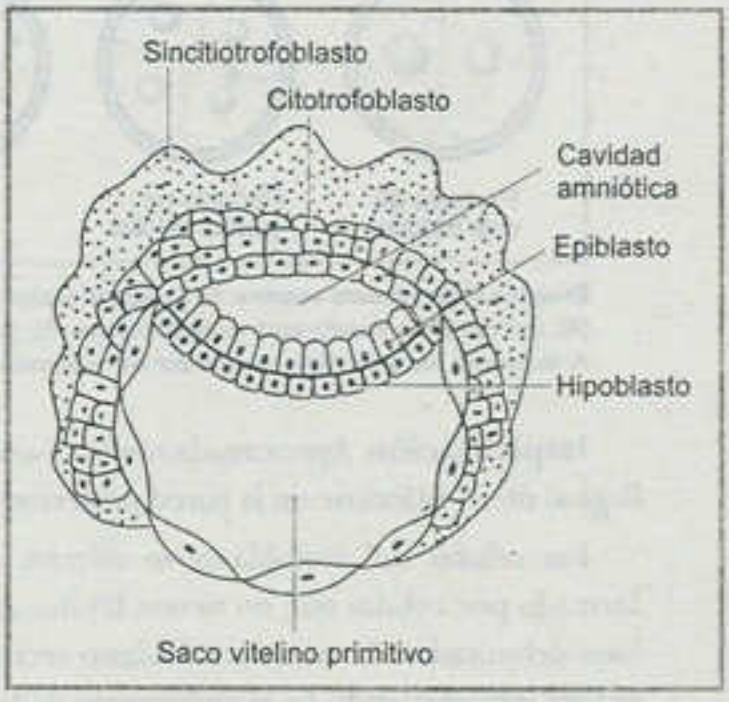
Al final de la primera semana, el blastocisto ya está dentro del endometrio; es entonces cuando ya se puede usar el término **embarazo**.

Cronología de la primera semana: Puede apreciarse la secuencia desde la fecundación hasta la implantación del blastocisto que debe culminar al final de la primera semana. En el detalle, se nota la participación del sincitiotrofoblasto para la implantación del blastocisto en el endometrio uterino.

4.2. SEGUNDA SEMANA

Durante el octavo día las células de la masa celular interna del blastocisto (embrioblasto) van a conformar el disco *embrionario bilaminar* que presenta una capa de células cilíndricas llamada **epiblasto**, que posteriormente será el ectodermo embrionario. La otra capa con células cúbicas, denominada **hipoblasto**, constituirá luego el endodermo embrionario.

Además, entre el octavo y noveno día se forma a nivel del epiblasto una cavidad cubierta por una membrana llamada *amnios*, de ahí que se le denomina **cavidad amniótica**. En el noveno día aparecerá, a nivel del hipoblasto, otra cavidad a la que denominaremos saco vitelino primitivo que será reemplazado por el definitivo entre el décimo primer y duodécimo día.

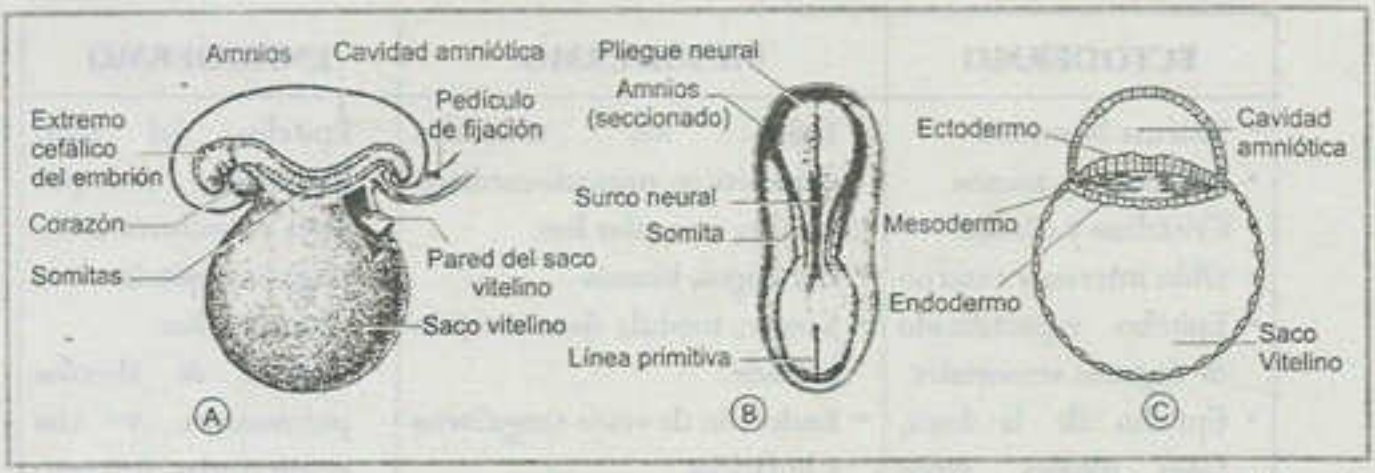


Segunda semana: Se aprecia el disco embrionario bilaminar o disco germinativo bilaminar constituido por el epiblasto y el hipoblasto. Se notan también las cavidades características.

También, durante la segunda semana, se desarrollará el mesodermo extraembrionario a partir de células del citotrofoblasto, entre estas células se formará una cavidad llamada celoma extraembrionario.

4.3. TERCERA SEMANA

En esta semana, el disco embrionario bilaminar sufre transformaciones y se convierte en disco embrionario trilaminar (embrión trilaminar); para esto algunas células del epiblasto proliferan y se introducen entre esta capa y el hipoblasto, formando una capa intermedia denominada mesodermo embrionario. Ahora, el embrión posee tres capas: **ectodermo**, **mesodermo** y **endodermo**; a partir de ellas se formarán todos los órganos del cuerpo humano. Se denomina gastrulación al proceso por el cual la masa celular interna del blastocisto se transforma primero en disco embrionario bilaminar y luego en embrión trilaminar (o gástrula). Al final de esta semana se observa además que el embrión está fijado a la pared de la cavidad mediante el **pedículo** de fijación o tallo de conexión que formará posteriormente el **cordón umbilical**.



Tercera semana: A) El embrión de tres semanas se observa externamente, se notan sus dos extremos y la aparición del corazón primitivo. B) Vista superior del embrión, se aprecian los somitas que se observan también lateralmente. C) Se aprecia un corte del embrión para observar las tres capas que lo constituyen (ectodermo, mesodermo y endodermo).

5 Periodo embrionario

5.1. CUARTA A OCTAVA SEMANA

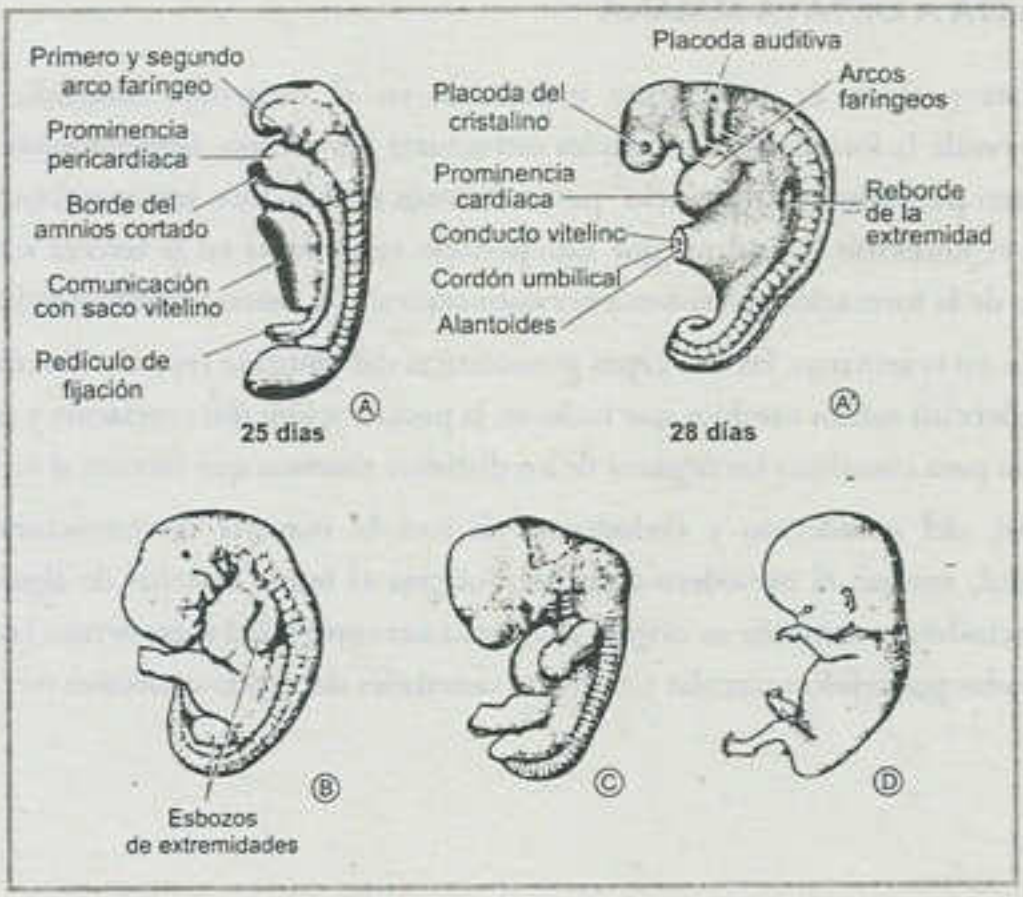
Este período es sumamente importante en el desarrollo humano, puesto que comprende la formación de todas las estructuras del cuerpo. Generalmente se utiliza el término **período embrionario**[2] para referirnos a estas cinco semanas (cuarta o octava), pero es necesario considerar que este período empieza ya en la tercera semana con el inicio de la formación del sistema nervioso central y el sistema cardiovascular.

En estas semanas, las tres capas germinativas del embrión (ectodermo, mesodermo y endodermo) sufren cambios que incluyen la proliferación, diferenciación y migración de células para constituir los órganos de los distintos sistemas que forman al ser humano.

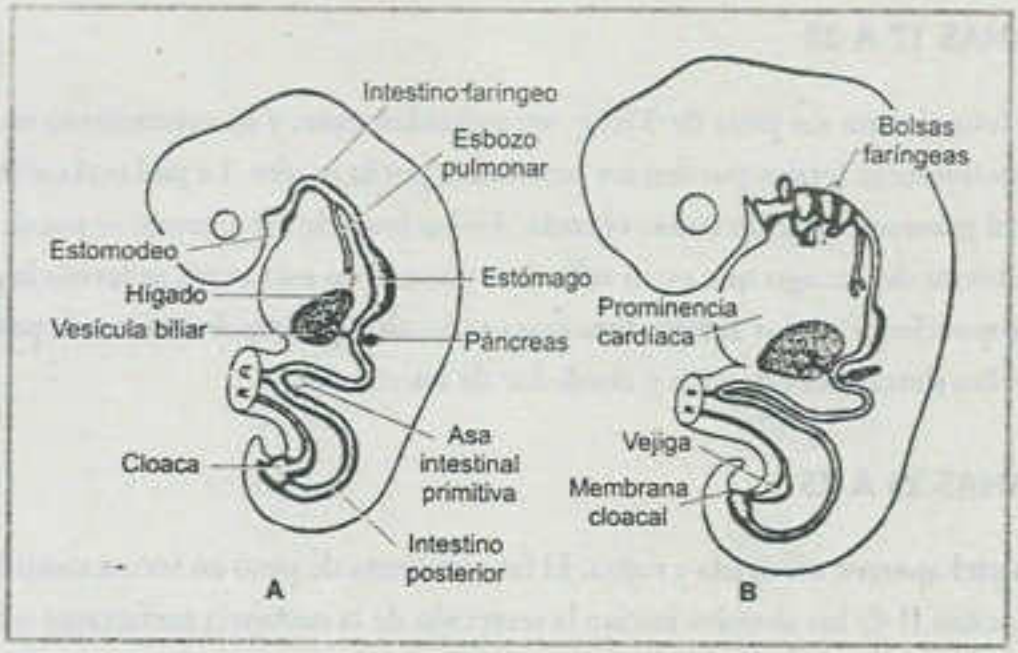
Así, del ectodermo y endodermo derivan la mayoría de estructuras de tejido epitelial, aunque el mesodermo también origina el tejido epitelial de algunos órganos. Del ectodermo también se origina el sistema nervioso y del mesodermo las estructuras formadas por tejido muscular y todas las variedades del tejido conectivo (ver tabla).

[2] "La exposición de un embrión o feto en desarrollo a determinados factores ambientales puede dañar el desarrollo del organismo e incluso causar la muerte. Un teratógeno (terato=monstruo) es cualquier agente o influencia que causa defectos en el desarrollo del embrión". *Principios de Anatomía y Fisiología*. Tortora. Pág. 992-993.

ECTODERMO	MESODERMO	ENDODERMO
• Sistema Nervioso • Epidermis y anexos • Cristalino y córnea • Oído interno y externo • Epitelio especializado de órganos sensoriales • Epitelio de la boca, fosas nasales, senos paranasales, conducto anal y las glándulas salivales.	• Todos los músculos esqueléticos, músculo cardíaco y tejido muscular liso. • Cartílagos, huesos • Sangre, médula ósea y tejido linfoide • Endotelio de vasos sanguíneos y linfáticos • Dermis • Esclerótica, córnea y úvea • Oído medio • Mesotelios • Epitelio de gónadas y conductos genitales	• Epitelio del tubo digestivo (excepto boca y conducto anal) • Hígado y epitelio de la vesícula biliar. • Epitelio de alveolos pulmonares y vías respiratorias (excepto fosas nasales). • Glándulasparatiroides, tiroides, timo.



Cuarta a octava semana (periodo embrionario): A y A') Embriones de 4 semanas, el primero a los 25 días y el segundo a los 28 días. B) Embrión en la quinta semana, se aprecian los esbozos de extremidades. C) Embrión en la semana 6 del desarrollo y D) Embrión al final de la octava semana. Luego de esta última etapa se denomina feto.



Estructuras internas del embrión: A) Embrión de 5 semanas y B) embrión de 8 semanas; se observa la formación del tubo digestivo, hígado y páncreas. Se nota también el esbozo pulmonar así como la formación de la vejiga.

6 PERIODO FETAL

6.1. SEMANAS 9 A 12

Al inicio de esta etapa, la cabeza del feto es bastante grande, casi la mitad de la longitud céfalo-caudal (de la cabeza hasta la región coxígea), pero su crecimiento es más lento comparado con el del cuerpo. Así, al final de la semana 12, representa casi la tercera parte de la longitud cefalocaudal del feto.

Al iniciar el periodo fetal, el hígado es el principal lugar donde se realiza la eritropoyesis, aunque hacia la semana 12 empieza también a realizarse en el bazo. Al final de la semana 12, los genitales externos adquieren su forma fetal madura.

En este periodo, la orina empieza a formarse y el feto reacciona ante estímulos, pero sus movimientos son demasiado suaves para ser percibidos por la madre.

6.2. SEMANAS 13 A 16

En esta etapa, el crecimiento se acelera y se inicia la osificación del esqueleto. El aspecto del feto es mucho más humano que antes. Las extremidades inferiores se alargan.

6.3. SEMANAS 17 A 20

El feto alcanza un peso de 350 g aproximadamente, y su crecimiento es más lento. Los movimientos fetales pueden ser percibidos por la madre. La piel está cubierta por un material grasoso conocido como **vérmix**. En los fetos de 20 semanas se puede apreciar la piel cubierta del lanugo que es un vello fino y suave, en esta etapa se forma la grasa parda que proporcionará calor al feto. Esta grasa se localiza principalmente en la parte anterior del cuello, detrás del esternón y alrededor de los riñones.

6.4. SEMANAS 21 A 25

La piel aparece arrugada y rojiza. El feto aumenta de peso en forma considerable. Los neumocitos II de los alveolos inician la secreción de la sustancia surfactante o tensioactiva alrededor de la semana 24. Generalmente, si un feto nace a esta edad, muere por la inmadurez de su sistema respiratorio y sistema nervioso central.

6.5. SEMANAS 26 A 29

Hacia la semana 28 el feto pesa más de 1000 gramos. Termina la eritropoyesis en el bazo durante esta semana y la médula ósea roja es el sitio de producción principal de elementos formes de la sangre.

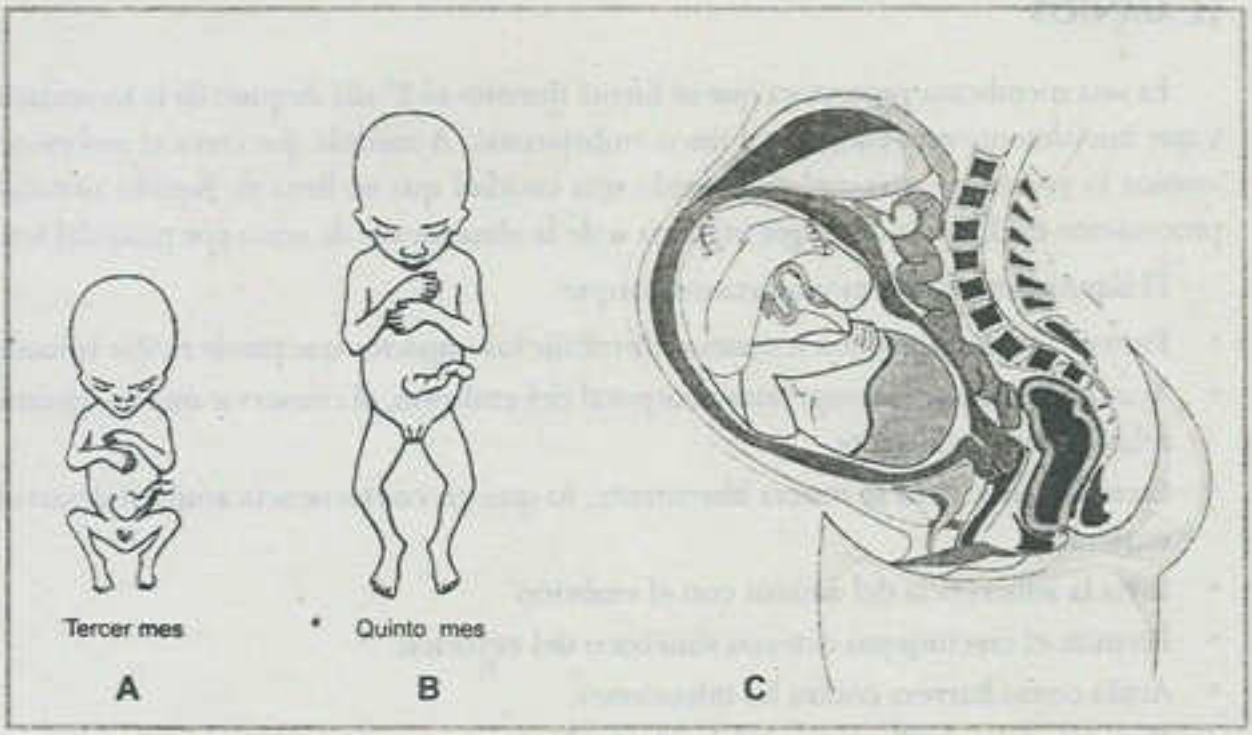
Con cuidados especiales, el feto puede sobrevivir si nace, pues su sistema nervioso ya ha madurado lo suficiente para controlar adecuadamente los movimientos respiratorios y la temperatura corporal, además los pulmones ya pueden realizar el intercambio gaseoso.

6.6. SEMANAS 30 A 34

La piel se torna rosada y lisa; los brazos y piernas se observan regordetes. El lanugo se ha desprendido de la piel de la cara. Los fetos de 32 semanas y mayores suelen sobrevivir si nacen prematuramente.

6.7. SEMANAS 35 A 38

El crecimiento se hace cada vez más lento, conforme se acerca la fecha de nacimiento. Los fetos suelen alcanzar una longitud céfalocaudal de 360 mm y un peso de 3400 g aproximadamente. El nacimiento ocurre a los 266 días, a 38 semanas después de la fecundación; también se puede calcular la fecha de nacimiento considerando 280 días o 40 semanas después de la fecha de la última menstruación.



Desarrollo fetal: A) Feto de 3 meses de vida, notar que la cabeza representa la mitad de la longitud céfalo–caudal. B) Feto de 5 meses de vida, el cuerpo ha desarrollado más y C) Feto a término (38 semanas de vida).

7 MEMBRANAS EMBRIONARIAS

Estas membranas están situadas fuera del embrión, protegen y nutren al embrión y, posteriormente al feto. Estas membranas son el saco vitelino, el amnios, el corion y el alantoides.

7.1. SACO VITELINO

Es una membrana derivada del endodermo, su presencia es importante por muchas razones:

- Actúa en la transferencia de nutrientes durante la 4ta - 5ta semana de gestación, período en que se establece la circulación úteroplacentaria.
- En la pared del saco vitelino, en la tercera semana, se inicia la formación de la sangre (función hematopoyética).
- Contiene células que migran a las gónadas y se diferencian en células germinales primitivas (espermatogonias y ovogonias).
- Durante la cuarta semana, la parte dorsal del saco vitelino se incorpora al embrión como intestino primitivo.

7.2. EL AMNIOS

Es una membrana protectora que se forma durante el 8° día después de la fecundación y que inicialmente está encima del disco embrionario. A medida que crece el embrión, el amnios lo recubre por completo creando una cavidad que se llena de líquido amniótico proveniente del filtrado de sangre materna o de la eliminación de orina por parte del feto.

El líquido amniótico es importante porque:

- Protege al embrión contra lesiones al distribuir los impactos que pueda recibir la madre.
- Ayuda a controlar la temperatura corporal del embrión, al conservar una temperatura relativamente constante.
- Permite que el feto se mueva libremente, lo que en consecuencia ayuda al desarrollo muscular.
- Evita la adherencia del amnios con el embrión
- Permite el crecimiento externo simétrico del embrión
- Actúa como barrera contra las infecciones.
- Permite el desarrollo normal del pulmón fetal.
- A través de la amniocentesis[3] se puede determinar malformaciones fetales.

7.3. EL CORION

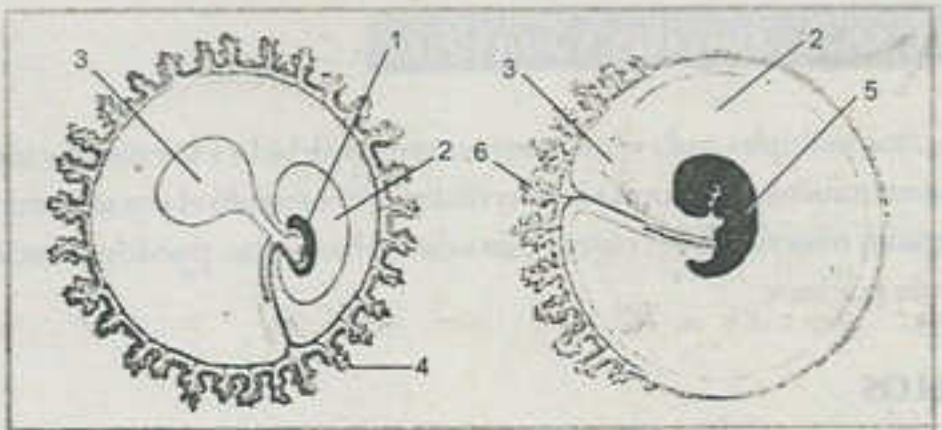
Deriva del trofoblasto. Rodea al embrión y posteriormente al feto. El corion se convierte en la parte principal de la placenta, la estructura para el intercambio de materiales entre la madre y el feto. El amnios también rodea al feto y al final se fusiona con la capa interna del corion.

7.4. ALANTOIDES

Pequeña evaginación vascularizada del saco vitelino. Aunque no es funcional en embriones humanos, es importante por cuatro razones:

- En su pared se forma sangre durante la tercera a quinta semana.
- Sus vasos sanguíneos se transforman en venas y arterias umbilicales formando el cordón umbilical.
- El líquido amniótico se difunde a la vena umbilical para atravesar la barrera placentaria y llegar a la sangre materna (comunicación entre madre y feto).
- Su porción intraembrionaria va del ombligo a la vejiga urinaria, que posteriormente involucionará formando el uraco, el cual es un ligamento que sostiene la vejiga.

[3] "Se refiere a la extracción del líquido amniótico mediante la inserción de una aguja por la vía transabdominal en la cavidad amniótica, mediante esta técnica podemos valorar la concentración de la Proteína Fetal Alfa (PFA) que nos indicará si hay defectos del tubo neural como la espina bífida, anencefalia, o síndrome de Down". *Embriología clínica*. Mooré-Persaud. Pág. 112



1. Disco embrionario	2. Cavidad amniótica	3. Saco vitelino
4. Corion	5. Embrión	6. Placenta

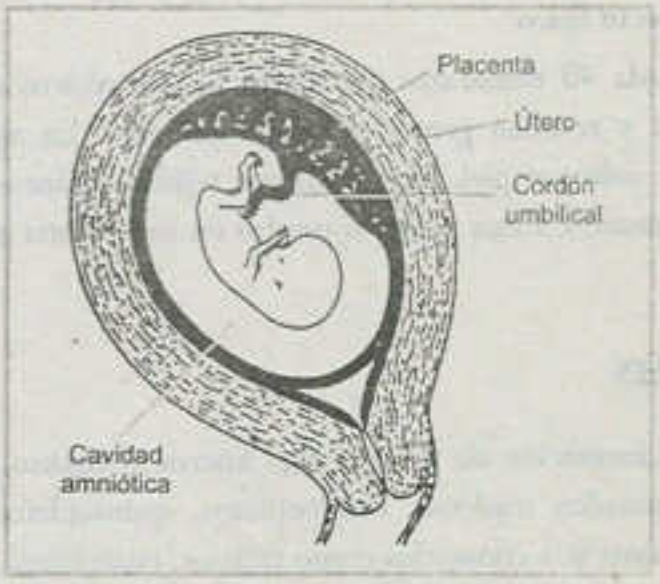
Desarrollo de las membranas y del cordón umbilical, en dos estadios diferentes, precoz y tardío respectivamente

8 Placenta y cordón umbilical

Durante el tercer mes del embarazo se desarrolla la placenta, órgano fetomaterno constituido por 2 componentes: **porción fetal** grande que se desarrolla a partir del saco coriónico, el corion; y **porción materna** pequeña que se deriva del endometrio, la decidua.

La placenta y el cordón umbilical actúan como mecanismos de transporte entre madre y feto. A través de la placenta, los nutrientes pasan de la sangre materna hacia la sangre fetal y los materiales de desecho, del feto a la madre.

Las membranas fetales y placenta llevan a cabo las siguientes funciones y actividades: protección, nutrición, respiración, excreción y producción de hormonas. Al nacer, se expulsan la placenta y membranas fetales del útero, proceso conocido como el ***alumbramiento***. Al cortar el cordón umbilical queda una cicatriz denominada ombligo.



Placenta y cordón umbilical: La placenta es la membrana de intercambio de sustancias entre madre y feto. El cordón umbilical conduce sustancias del feto a la placenta y viceversa. Obsérvese también que el feto está rodeado del líquido amniótico presente en la cavidad del mismo nombre.

9 EMBARAZOS GEMELARES Y MÚLTIPLES

Los embarazos múltiples cada vez son más comunes debido a la estimulación de la ovulación que se realizan en tratamientos contra la infertilidad. Por ejemplo el tratamiento hormonal al que se someten algunas mujeres con el objetivo de salir embarazadas, puede producir la liberación de más de un óvulo por mes.

9.1. GEMELOS

9.1.1. Gemelos dicigóticos

En nuestro medio son también denominados **mellizos**. Resultan de la fecundación de 2 óvulos por 2 espermatozoides diferentes; estos gemelos se desarrollan a partir de 2 cigotos. Tienen la misma edad y se desarrollan en el útero al mismo tiempo, pero genéticamente sus características son diferentes como la de otros hermanos por lo que sus características son distintas y pueden tener igual o diferente sexo.

Lo único en común que tienen es que compartieron el mismo útero durante el mismo tiempo, debido a ello se les dice **compañeros de matriz**. Siempre tienen 2 amnios y 2 coriones, pero estos últimos y la placenta pueden fusionarse.

9.1.1. Gemelos monocigóticos

En nuestro medio son denominados **gemelos verdaderos**. Se desarrollan a partir de un solo ovocito fecundado por un solo espermatozoide, los cuales sufren una división temprana (alrededor del final de la primera semana) en 2 células. Posteriormente, se desarrollan 2 embriones, cada uno en su saco amniótico, con un saco coriónico y una placenta común. Los gemelos monocigóticos son del mismo sexo, genéticamente idénticos y muy similares en su aspecto físico.

Alrededor de 1 de cada 40 embarazos gemelares monocigóticos se estima que la separación es incompleta y resultan gemelos unidos siameses. En algunos casos, los gemelos se unen entre sí solo por piel, y en otros por tejidos cutáneos y otros tejidos, por ejemplo hígados fusionados. Estos gemelos unidos en su mayoría pueden separarse mediante cirugía.

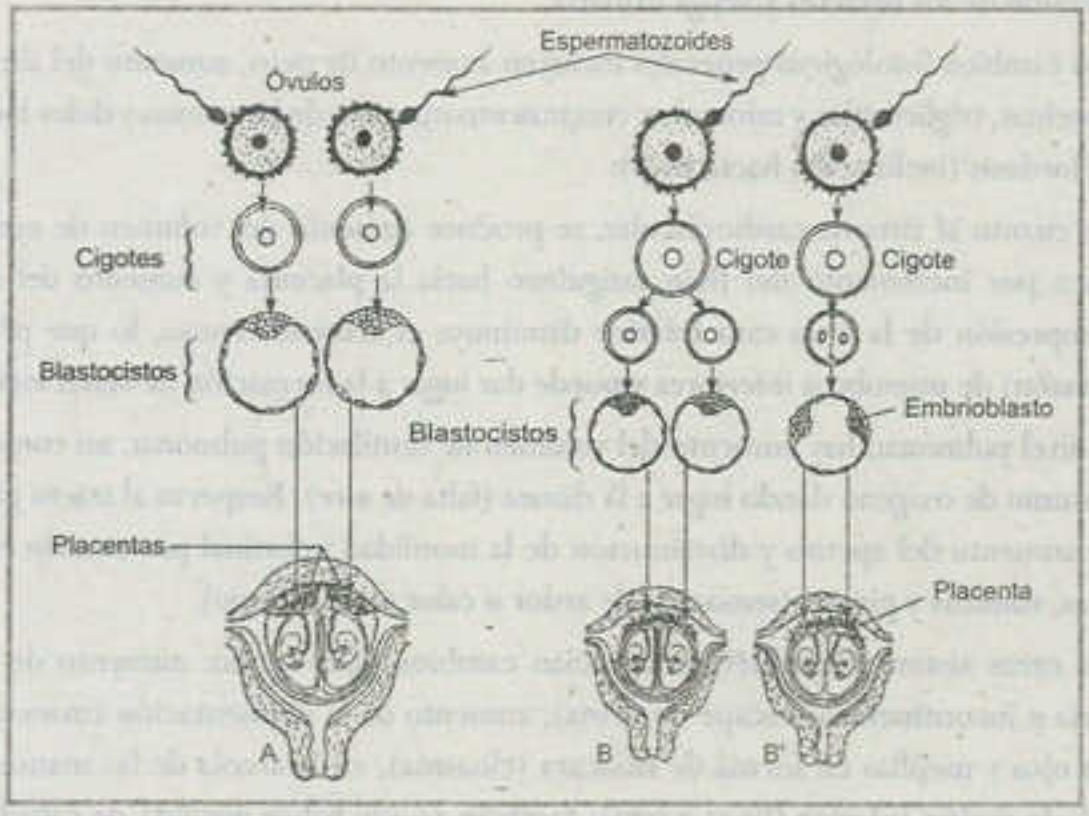
9.2. EMBARAZOS MÚLTIPLES

Se denomina así a la formación de más de dos huevos o cigotos, producto de la fecundación. Son denominados tripletos, cuadrupletos, quintupletos, sextupletos y septupletos, que comúnmente son conocidos como trillizos, cuatrillizos, etc.

Los trillizos pueden resultar de:

- Fecundación de un óvulo por un espermatozoide. Este huevo fecundado se divide en 3, dando origen a 3 huevos o cigotos. El resultado es la formación de 3 niños del mismo sexo genéticamente idénticos.
- Fecundación de 2 óvulos[4] por 2 espermatozoides diferentes. Uno de los óvulos fecundados se divide y el otro permanece igual, dando origen a 3 huevos o cigotos. El resultado es que se forman 2 gemelos idénticos y un niño diferente.
- Fecundación de 3 óvulos por 3 espermatozoides diferentes, dando origen a 3 huevos o cigotos. El resultado es que se forman 3 niños genéticamente diferentes que pueden tener igual o distinto sexo.

En el caso de embarazos múltiples mayores como cuadrupletos, quintupletos, sextupletos y septupletos, las combinaciones son similares a las observadas en los tripletos. (Trillizos)



Gemelos: En (A) los gemelos dicigóticos o mellizos se forman por dos ovocitos fecundados por dos espermatozoides distintos. (B) y (B') muestran dos formas de gemelos monocigóticos donde se aprecia que siempre se forman de un solo ovocito fecundado por un espermatozoide. En (B) el cigote forma dos nuevos cigotes que desarrollarán cada uno a un nuevo ser. En (B') el cigote forma un blastocisto con dos embrioblastos cada uno de los cuales formará un nuevo ser. Obsérvese en (A) que los gemelos dicigóticos tienen cada uno su propia placenta.

[4] "Se tiene por ejemplo la superfecundación, que es la fecundación de dos o más óvulos casi al mismo tiempo, por espermatozoides de diferentes varones. Este fenómeno suele ocurrir en algunos mamíferos (gatos y perros). Se han confirmado gemelos humanos dicigóticos de diferentes padres mediante marcadores genéticos". *Embriología clínica*. Moore - Persaud. Pág. 146

GESTACIÓN

Se denomina así al período de tiempo en el que un cigote, embrión o feto se encuentra en el sistema reproductor femenino. El período de gestación humana es de 266 días contados a partir del día estimado de fecundación.

1 Cambios anatómicos y fisiológicos en la madre durante la gestación

Con el crecimiento del producto, el útero progresivamente va ocupando la zona abdominal, hasta que al final de la gestación llega a ocupar casi la totalidad de esta. De esta manera, empuja a los órganos abdominales causando problemas digestivos, asimismo, en la cavidad pélvica produce compresión de los uréteres y vejiga urinaria.

Los cambios fisiológicos generales incluyen aumento de peso, aumento del almacenamiento de proteínas, triglicéridos y minerales; crecimiento marcado de las mamas y dolor lumbar causado por la lordosis (inclinación hacia atrás).

En cuanto al sistema cardiovascular, se produce aumento del volumen de eyección y gasto cardiaco por incremento del flujo sanguíneo hacia la placenta y aumento del metabolismo. La compresión de la vena cava inferior disminuye el retorno venoso, lo que produce edema (hinchazón) de miembros inferiores y puede dar lugar a la formación de venas varicosas.

A nivel pulmonar, hay aumento del volumen de ventilación pulmonar, así como aumento en el consumo de oxígeno dando lugar a la disnea (falta de aire). Respecto al tracto gastrointestinal existe aumento del apetito y disminución de la motilidad intestinal provocando estreñimiento, náuseas, vómitos y pirosis (sensación de ardor o calor en el esófago).

En otros sistemas también se aprecian cambios, tales como: aumento de la frecuencia urinaria e incontinencia (escape de orina); aumento de la pigmentación (manchas) alrededor de los ojos y mejillas en forma de máscara (cloasma), en la areola de las mamas y en la línea alba de la región inferior (línea negra); también puede haber pérdida de cabello. Asimismo, se producen estrías en el abdomen que son marcas de estiramiento en el abdomen a medida que aumenta el útero. A nivel genital, hay edema y aumento de la vascularidad de la vulva y vagina.

2 El parto

El parto es el proceso de nacimiento durante el cual se expulsan feto, placenta y membranas fetales del sistema reproductor de la madre. Puede realizarse a través de la vía vaginal (parto natural) o mediante una cesárea[5].

El trabajo de parto es la secuencia de contracciones uterinas involuntarias que originan la dilatación del cuello y expulsión del feto y placenta del útero.

Al final de la gestación, el útero sufre la acción de ciertas hormonas que estimulan su contracción. Las contracciones del miometrio, que no se acompañan de dilatación del cuello uterino (cérvix), pueden ser observadas algún tiempo antes del parto, apareciendo en cualquier momento y por corto tiempo, se le denomina algunas veces "falso parto". El parto real se inicia cuando las contracciones uterinas se dan a intervalos regulares produciéndose dolor y acompañándose de la dilatación del cérvix, existe también eliminación de sangre y mucus acumulándose en el conducto cervical.

No se comprenden por completo los factores que desencadenan estas contracciones, pero varias hormonas se relacionan con el inicio del trabajo de parto. Las contracciones uterinas son estimuladas por la hormona oxitocina liberada por la hipófisis posterior; la oxitocina también puede producir liberación de prostaglandinas que estimulan la contractilidad miometrial. Asimismo, los estrógenos incrementan la actividad miometrial y estimulan la liberación de oxitocina y prostaglandinas.

2.1. ETAPAS DEL TRABAJO DE PARTO

Se divide en cuatro etapas:

2.1.1. Fase de dilatación

Se inician contracciones uterinas de suficiente frecuencia, intensidad y duración acompañadas de una adecuada y progresiva dilatación del cuello uterino. Esta etapa termina cuando el cérvix está lo suficientemente dilatado (cerca de 10 cm) para permitir el pasaje de la cabeza fetal.

Es la fase más larga del trabajo de parto, su duración en promedio es de 12 horas, en los primeros embarazos (nulíparas o primigrávidas) y de 7 horas, en mujeres que ya tuvieron hijos (multíparas o multigrávidas).

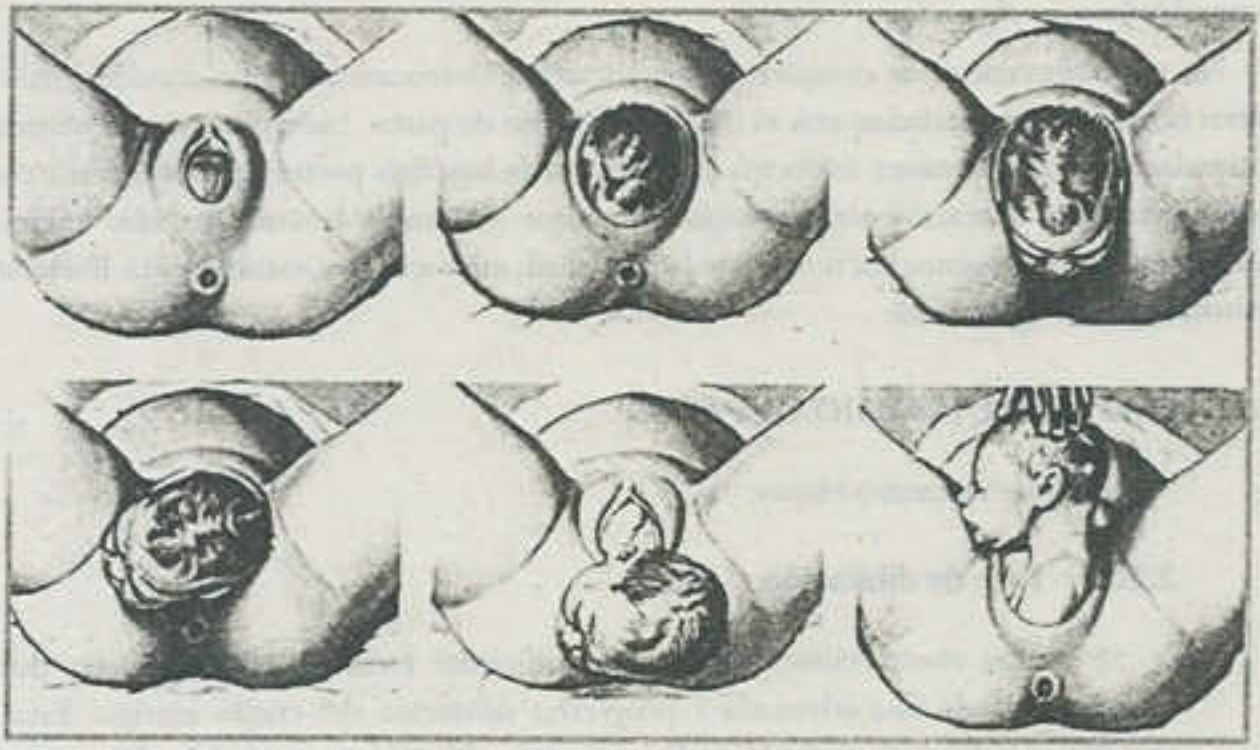
[5] "Cuando el sufrimiento fetal o materno impide un parto vaginal, el bebe puede nacer mediante una cesárea. Para ello se realiza una incisión baja horizontal de la pared abdominal y de la parte inferior del útero, a través del cual se extrae el bebé y la placenta. Una historia de cesáreas múltiples no excluye la posibilidad de que una mujer embarazada intente un parto vaginal. *Principios de Anatomía y Fisiología*. Tortora. Pág. 987

2.1.2. Fase de expulsión

Se inicia una vez que se dilata por completo el cuello y termina cuando nace el niño. En cuanto el niño se encuentra fuera de la madre se le denomina **recién nacido**. La duración promedio de esta etapa en primigrávidas es de 50 minutos y de 20 minutos en multigrávidas.

2.1.3. Fase placentaria

Se inicia cuando el niño nace y termina cuando se expulsan placenta y membranas accesorias, proceso conocido con el nombre de **alumbramiento**. Poco después de nacer el niño, comienzan otra vez las contracciones uterinas; pronto se forma un hematoma en la profundidad de la placenta que la separa de la cavidad uterina. Esta fase dura aproximadamente 15 minutos.



Parto normal: Se aprecia un parto vaginal correspondiente a la fase de expulsión.

Malformaciones congénitas

Las malformaciones congénitas son defectos morfológicos presentes en el momento del nacimiento, si bien pueden no ser clínicamente evidentes hasta pasados unos años. El término **congénito** no implica ni excluye que las malformaciones tengan una base genética.

Definiciones

Antes de continuar es importante definir algunos términos empleados para los diferentes tipos de errores de la morfogénesis: malformaciones, deformaciones, interrupciones, secuencias y síndromes.

- Las **malformaciones** son anomalías intrínsecas producidas durante el proceso del desarrollo. Pueden seguir diversos patrones. Algunas, como las cardiopatías congénitas y la anencefalia (ausencia de cerebro), afectan a un solo sistema corporal, mientras que en otros casos pueden coexistir múltiples anomalías con participación de muchos órganos.
- Las **deformaciones**, a diferencia de las malformaciones, aparecen más tarde durante la vida fetal y son una alteración de la forma o la estructura secundaria a factores mecánicos.
- Las interrupciones, el tercer error importante de la morfogénesis, se producen a consecuencia de una destrucción secundaria o una interferencia con un órgano o región corporal previamente normal en su desarrollo. Las interrupciones pueden estar provocadas por factores extrínsecos o por interferencias internas, como las agresiones vasculares, y no son hereditarias.
- El corolario de una secuencia es un síndrome. En un síndrome, un paciente puede tener diversos defectos que se piensa están patogenéticamente relacionados y que no pueden explicarse sobre la base de una única anomalía localizada generadora. Los síndromes tienen casi siempre un solo agente etiológico, como una infección viral o una alteración cromosómica específica, que afecta simultáneamente a diversos tejidos.
- Además de las descripciones globales anteriores, hay que definir algunos términos específicos de los órganos. La agenesia hace referencia a la ausencia completa de un órgano y de su anlaje. La aplasia, un término íntimamente relacionado, se refiere también a la ausencia de un órgano, pero debida a un fracaso del desarrollo de su anlaje. La atresia describe la falta de abertura, normalmente de una víscera hueca como la tráquea o el intestino. La hipoplasia o desarrollo incompleto de un órgano con un menor número de células es una forma menos grave de aplasia, mientras que la hiperplasia hace mención a lo contrario, es decir, al desarrollo exagerado de un órgano con un aumento del número de células. La alteración de un órgano o tejido debida a un aumento o a una disminución del tamaño (más que del número) de las células se denomina, respectivamente, hipertrofia o hipotrofia. Por último, la displasia, en el contexto de las malformaciones (frente a las neoplasias) describe una organización anormal de las células.

Causas de las malformaciones

Hubo un tiempo en el que se creía que la presencia de una malformación externa visible era un castigo divino contra la maldad, poniendo en peligro a veces la vida de la madre. Aunque hoy en día tenemos un concepto diferente de las malformaciones, la causa exacta de al menos la mitad de los casos sigue siendo desconocida. Las malformaciones pueden agruparse en dos grandes categorías según su etiología: genéticos y ambientales.

Genéticas

Las malformaciones que se saben genéticas en su origen pueden dividirse a su vez en tres grupos: 1) las asociadas a aberraciones cromosómicas; 2) las secundarias a mutaciones genéticas aisladas, y 3) las sospechosas de ser el resultado de una herencia multifactorial, término que implica la interacción de dos o más genes de poco efecto con factores ambientales.

Ambientales.

Los factores ambientales a los que se expone la madre durante el embarazo, como las infecciones virales, los fármacos y las radiaciones, pueden inducir malformaciones en el feto y en el niño. Se sabe que muchos compuestos carcinógenos en el período postnatal son teratógenos en el feto. Se ha implicado a una gran cantidad de virus, como los responsables de la rubéola, las enfermedades de inclusión citomegálica, el herpes simple, la varicela-zoster, la gripe, la parotiditis y las infecciones por VIH y enterovirus. De ellos, el virus de la rubéola y el citomegalovirus son los más ampliamente investigados.

Con todos los virus es de vital importancia la edad gestacional en la que se produce la infección materna. El período de riesgo para la infección por rubéola se extiende desde poco después de la concepción hasta la 16ª semana de gestación, siendo el peligro en las primeras 8 semanas mayor que en las 8 segundas.

CAUSAS DE MALFORMACIONES CONGENITAS EN EL HOMBRE

Causa	Nacidos vivos malformados(%)
Genéticas	
Aberraciones cromosómicas	10-15
Herencia mendeliana	2-10
Multifactorial	20-25
Ambiental	
Infecciones maternas/placentarias	2-3
Rubéola	
Toxoplasmosis	
Sífilis	
Citomegalovirus	
Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)	
Enfermedades maternas	6-8
Diabetes	
Fenilcetonuria	
Endocrinopatías	
Fármacos y compuestos químicos	- 1
Alcohol	
Antagonistas del ácido fólico	
Andrógenos	
Difenilhidantoína	
Talidomida	
Warfarina	
Ácido 13-cis-retinoico	
Otros	- 1
Radiación	40-60
Desconocidos	

Fuente: *Patología Estructural y funcional*. Robbins. Pág. 485-491

twitter.com/calapenshko

Lectura 2

Embarazos ectópicos

Si bien la mayoría de los embarazos acaban en el nacimiento de un bebé saludable, de vez en cuando un embarazo comienza mal desde el principio. El embarazo ectópico es un ejemplo de esto. Lamentablemente, los embarazos ectópicos no pueden acabar en el nacimiento de un bebé. Y si la mujer embarazada no recibe tratamiento enseguida, pueden poner en peligro su propia vida.

¿Qué es un embarazo ectópico?

Hasta uno de cada 50 embarazos es un embarazo ectópico, lo que significa "fuera de lugar". En un embarazo ectópico, el óvulo fertilizado se implanta fuera del útero, generalmente en el tubo de Falopio, y comienza a desarrollarse. El óvulo también puede implantarse dentro del abdomen de la mujer, del lado externo del útero, en un ovario o en el cuello del útero, aunque esto ocurre en raras ocasiones.

¿Cuáles son los síntomas de un embarazo ectópico?

Algunas mujeres con un embarazo ectópico comienzan con los síntomas típicos del inicio del embarazo, tales como náuseas y sensibilidad en los pechos; otras no tienen síntoma alguno y pueden no darse cuenta de que están embarazadas. Sin embargo, alrededor de una semana después de la fecha en que se esperaba tener la menstruación, una mujer puede experimentar un ligero sangrado vaginal irregular que a menudo es de color marrón. El sangrado puede ir seguido de dolores similares a los de un cólico en la parte baja del abdomen, que muchas veces se siente predominantemente de un lado. Una mujer con estos síntomas debe comunicarse con su médico rápidamente o dirigirse a la sala de emergencia de un hospital. Si no recibe tratamiento, pocos días o semanas más tarde puede aparecer un dolor grande en la pelvis, dolor de hombros (debido a la presión ejercida en el abdomen por la sangre proveniente de un embarazo ectópico rupturado) mareos, náuseas o vómitos.

¿Cómo se diagnostica un embarazo ectópico?

Dado que puede resultar difícil diagnosticar un embarazo ectópico, la mujer deberá someterse a varias pruebas. Estas pueden incluir una serie de pruebas de sangre para medir los niveles de una hormona del embarazo llamada gonadotropina coriónica humana (hCG - Human Chorionic Gonadotropin), que a menudo son bajos al existir un embarazo ectópico, y también exámenes de ultrasonido vaginales o abdominales para descubrir la posición del embarazo. Si no es posible descubrir si existe o no un embarazo ectópico, es probable que el doctor necesite ver los órganos abdominales directamente mediante un instrumento fino y flexible llamado laparoscopio, que se inserta a través de una pequeñísima incisión en el abdomen mientras la mujer se encuentra bajo los efectos de anestesia total.

¿Cómo se trata un embarazo ectópico?

Si el doctor encuentra un embarazo ectópico, en la mayoría de casos es necesario retirar el embrión para que no ponga en peligro la vida de la mujer. Si el embrión sigue creciendo, puede provocar la ruptura de la trompa de Falopio y provocar una hemorragia interna sumamente peligrosa para la mujer.

Por lo general es posible retirar el embrión mediante cirugía. Cuando se diagnostica el embarazo antes de que se rompa la trompa de Falopio, el doctor realiza una pequeña incisión en la trompa de Falopio y retira el embrión.

Si la trompa de Falopio se ha estirado o se ha rupturado y ha comenzado a sangrar, es posible que el doctor deba retirarla en parte o en su totalidad.

En la actualidad, la mayoría de los embarazos ectópicos se diagnostican durante las primeras ocho semanas del embarazo, generalmente antes de que se rompa la trompa. Esto reduce los riesgos de posibles complicaciones para la mujer embarazada; sin embargo, la pareja aún debe enfrentarse a la pérdida del feto.

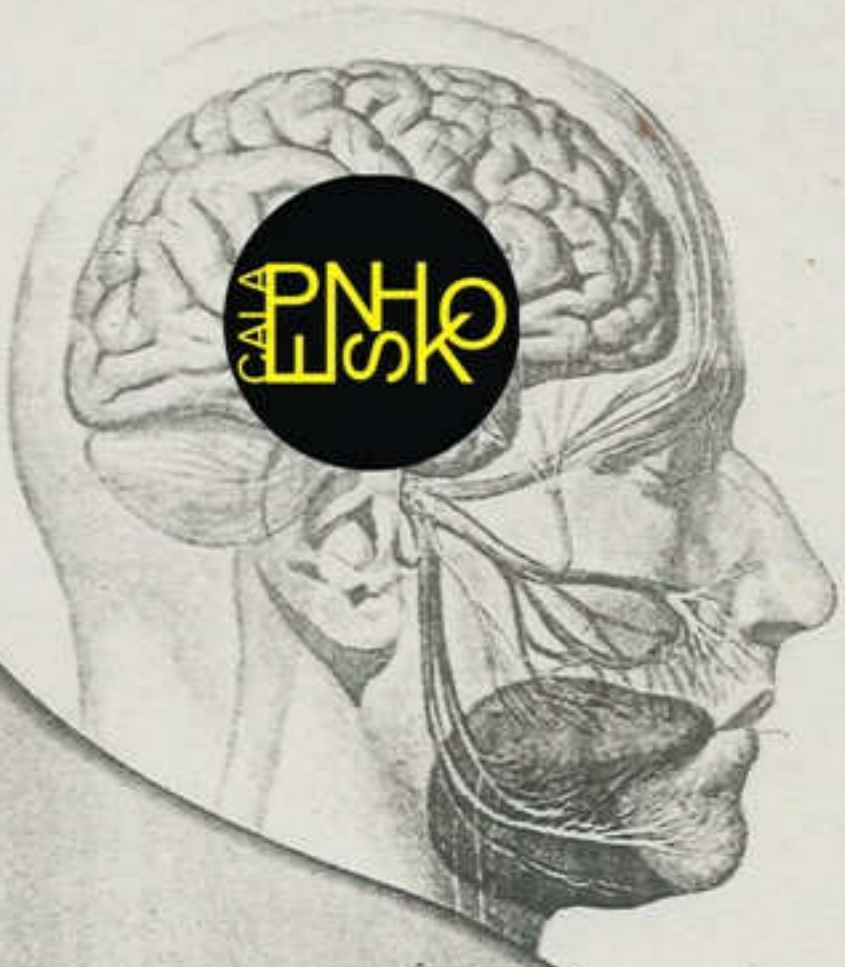
¿Cuáles son los factores de riesgo de un embarazo ectópico?

En EE.UU. la cantidad de embarazos ectópicos se ha quintuplicado en los últimos veinte años. Esto se debe, en gran medida, al elevadísimo incremento en la tasa de infecciones transmitidas sexualmente, tales como la clamidia, que a menudo conduce a la enfermedad inflamatoria de la pelvis y a rasgaduras o pequeñas heridas en las trompas de Falopio. Otros factores de riesgo incluyen las drogas para la fertilidad, los embarazos producidos después de una ligadura de las trompas de Falopio fallida, las operaciones previamente realizadas en las trompas de Falopio, la endometriosis (cuando se implanta tejido uterino fuera del útero) y el hábito de fumar. Sin embargo, en la mayoría de las mujeres afectadas no se conoce la causa del embarazo ectópico.

¿Cuáles son las probabilidades de quedar nuevamente embarazada?

Cuando una mujer ha tenido un embarazo ectópico, por lo general sus probabilidades de quedar embarazada nuevamente son bastante buenas. Los estudios sugieren que entre el 60 y el 80 por ciento de las mujeres que tienen ambas trompas de Falopio pueden tener un embarazo normal. Estos porcentajes son aproximadamente iguales en el caso de que la mujer haya sido tratada quirúrgicamente. Más del 40 por ciento de las mujeres a quienes se les extrajo una trompa de Falopio durante el tratamiento de un embarazo ectópico tiene embarazos saludables en el futuro. Sin embargo, existe una probabilidad del 17 al 15 por ciento de que las mujeres que tienen un embarazo ectópico vuelvan a tenerlo, por lo que es necesario que reciban un cuidadoso seguimiento cuando intenten concebir nuevamente. Es más probable que un embarazo ectópico vuelva a ocurrir si la mujer fue sometida a cirugía una vez que la trompa ya se había rupturado o si tiene antecedentes de enfermedad inflamatoria de la pelvis.

Fuente: http://www.nacersano.org/bibliotecadesalud/informativas/ectopicas.htm



APÉNDICE

- Preguntas Resueltas
- Preguntas Propuestas

CALA
PNHO

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *¿Qué estructura no es estudiada por la anatomía macroscópica?*

   A) corazón
   B) pulmones
   C) linfa
   D) hipófisis
   E) glándulas suprarrenales

2. *¿Cuál de las siguientes alternativas no corresponden al nivel químico?*

   A) proteínas
   B) carbohidratos
   C) lípidos
   D) vitaminas
   E) fotones

3. *Con respecto a la posición anatómica, ¿cuál de las siguientes alternativas no corresponde?*

   A) Cuerpo erguido
   B) Mirada hacia adelante
   C) Miembros superiores extendidos
   D) Palma de las manos hacia abajo
   E) Punta de los pies hacia adelante

4. *¿Cuál de los siguientes huesos está en posición proximal al húmero?*

   A) Huesos del carpo
   B) Metacarpianos
   C) Clavícula
   D) Falange proximal
   E) Falange distal

5. *¿Qué plano divide al cerebro en hemisferios derecho e izquierdo?*

   A) Plano transversal
   B) Plano coronal
   C) Plano sagital
   D) Plano parasagital
   E) Plano horizontal

6. *¿Cuál de los siguientes sistemas regulan principalmente la homeostasis?*

   A) Digestivo y
   B) Endocrino
   C) Nervioso y
   D) Respiratorio y
   E) Digestivo y respiratorio

7. *¿Cuál de los siguientes electrolitos se encuentra en menor concentración en el líquido extracelular en comparación al intracelular?*

   A) Na^+ B) Cl^- C) K^+
   D) Ca^{++} E) HCO_3^-

8. *El agua representa aproximadamente el 60% del peso corporal ¿En cual de los siguientes espacios se encuentra en mayor proporción?*

   A) Espacio extracelular
   B) Espacio tisular
   C) Espacio intravascular
   D) Espacio intersticial
   E) Espacio intracelular

9. *La homeostasia puede ser alterada por pérdida de líquidos que supera los 2500 ml/día lo cual conlleva a deshidratación ¿Cuál de las siguientes alternativas, no es considerada como causa de deshidratación?*

A) Hemorragia profusa
B) Quemadura
C) Diarreas
D) Fractura
E) Diabetes insípida

10. *Si una persona pesa 70 kilogramos. Calcular la cantidad total de agua en su medio interno.*

A) 10 litros B) 12 litros C) 14 litros
D) 16 litros E) 18 litros

RESOLUCIÓN

1. *La anatomía macroscópica estudia a las estructuras que pueden examinarse a simple vista.*
La linfa tiene una composición básicamente igual al líquido intersticial, está constituida fundamentalmente por agua, proteínas, lípidos, vitaminas liposolubles, linfocitos, etc. Esto implica que la linfa sea estudiada con ayuda del microscopio.

Clave C

2. *El fotón es la mínima cantidad de energía que es capaz de intercambiar la radiación electromagnética con un sistema material (átomo o molécula). Por lo tanto su estudio corresponde fundamentalmente a la física.*

Clave E

3. *La anatomía humana al describir cualquier región o parte del cuerpo humano admite que el cuerpo se encuentra en una posición determinada, llamada posición anatómica. En ella el sujeto está de pie, recto, de frente al observador, con los pies colocados en el suelo, los brazos a ambos lados del cuerpo y la palma de las manos miran hacia adelante.*

Clave D

4. *La clavícula es un hueso en forma de S, es el hueso del cuerpo que con mayor frecuencia se fractura. Se articula con el omóplato y juntos forman la cintura escapular. Se encuentra en posición más proximal al húmero.*

Clave C

5. *El plano sagital es un plano vertical que divide al cuerpo o un órgano en dos lados, uno derecho y otro izquierdo.*

Clave C

6. *Las respuestas homeostáticas están reguladas principalmente por el sistema nervioso y el sistema endocrino que actúan al mismo tiempo o en forma independiente. El sistema nervioso regula la homeostasis detectando las desviaciones que se producen en relación al estado de equilibrio y enviando mensajes en forma de impulsos nerviosos. El sistema endocrino regula también la homeostasis mediante la secreción de hormonas, estos son mensajes químicos que actúan más lentamente en comparación al sistema nervioso.*

Clave C

7. *La concentración de K^+ en el líquido extracelular es de 4 mEq/L, sin embargo en el líquido intracelular es de 140 mEq/L. La concentración de magnesio en el extracelular es 1,2 mEq/L, y en el intracelular es de 58 mEq/L; los fosfatos, sulfatos también están disminuidos en el extracelular.*

Clave C

8. *El agua representa el 60% del peso corporal, de las cuales el 40% se encuentra dentro de las células, por tanto encontramos mayor cantidad de agua en el compartimiento intracelular.*

Clave E

9. *La definición específica de fractura, es rotura de hueso, generalmente los extremos fracturados de un hueso pueden reducirse (reintegrarse a su posición normal) manipulándolos (por el especialista) sin necesidades de intervención quirúrgica. En una fractura puede existir o no hemorragia, por lo tanto no necesariamente puede causar deshidratación. En cambio en una hemorragia profusa, quemaduras o cuadros diarreicos existe necesariamente deshidratación.*

Clave D

10. *El medio interno corresponde al líquido extracelular y éste representa el 20% del peso corporal. Entonces si una persona pesa 70 kg. Tendrá aproximadamente: 70 kg (20%) = 14 litros de agua.*

Clave C

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. ¿Qué estructura no se encuentra en el mediastino?

A) Corazón
B) Timo
C) Esófago
D) Pulmones
E) Aorta torácica

2. En que región topográfica se encuentra ubicado el útero?

A) Epigastrio
B) Mesogastrio
C) Hipogastrio
D) Flancos
E) Fosas ilíacas

3. ¿Qué estructura se encuentra en la fosa ilíaca derecha?

A) Vejiga
B) Hígado
C) Riñón
D) Apéndice cecal
E) Útero

4. ¿Cuál de los siguientes elementos químicos no está presente en el líquido extracelular?

A) Magnesio
B) Mercurio
C) Zinc
D) Sodio
E) Potasio

5. ¿En cuál de los siguientes espacios se encuentra el Na^+ en menor concentración?

A) Espacio extracelular
B) Espacio tisular
C) Espacio intravascular
D) Espacio intersticial
E) Espacio intracelular

6. El líquido corporal tiene las siguientes funciones, excepto

A) ayuda a transportar O_2.
B) permite intercambio celular.
C) ayuda a transportar nutrientes.
D) transporta CO_2.
E) mutación del ADN.

7. El medio interno se encarga de mantener indirectamente las características vitales del organismo, excepto

A) temperatura corporal.
B) pH de los fluidos.
C) presión arterial.
D) hemoptisis.
E) agua corporal.

8. *Según el balance hídrico la cantidad mínima de líquido que debe ingerir en un día una persona adulta (promedio), en condiciones normales es*

A) 1500 ml.
B) 1800 ml.
C) 2500 ml.
D) 3300 ml.
E) 3500 ml.

9. *Si el plasma representa el 5% del peso corporal, calcular la cantidad de líquido plasmático en ún adulto de peso promedio (70 kg).*

A) 2 litros
B) 2,5 litros
C) 3 litros
D) 3,5 litros
E) 4 litros

10. *Si una persona pesa 70 kilogramos. Calcular la cantidad de líquidos en su compartimiento intracelular.*

A) 16 litros
B) 28 litros
C) 20 litros
D) 22 litros
E) 24 litros

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	C	D	B	E	E	D	C	D	B

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *Son características del tejido epitelial, excepto:*

   A) *Es avascular.*
   B) *Su nutrición es por difusión.*
   C) *Presenta renovación constante de células.*
   D) *Posee el fenómeno de exfoliación.*
   E) *Su capacidad de regeneración es pobre.*

2. *En cuál de las siguientes estructuras encontramos transición de epitelios.*

   A) *Vejiga*
   B) *Cuello Uterino*
   C) *Uréter*
   D) *Vesículas Seminales*
   E) *Cálices Renales*

3. *No corresponde al tejido conectivo.*

   A) *Posee abundante sustancia intercelular.*
   B) *Presenta vasos sanguíneos y linfáticos.*
   C) *Deriva del mesodermo.*
   D) *Sirve de soporte a otros tejidos.*
   E) *No nutre al tejido epitelial.*

4. *En cuál de las siguientes estructuras no encontramos fibras reticulares.*

   A) *Médula ósea roja*
   B) *Bazo*
   C) *Capa media de grandes arterias*
   D) *Nódulos linfáticos*
   E) *Hígado*

5. *Permite el crecimiento en longitud del hueso.*

   A) *Periostio*
   B) *Endostio*
   C) *Diáfisis*
   D) *Disco Epifisiario*
   E) *Epífisis*

6. *El endostio reviste las siguientes estructuras, excepto*

   A) *canal medular.*
   B) *conducto de Havers.*
   C) *conducto de Volkmann.*
   D) *trabéculas óseas.*
   E) *parte externa del hueso.*

7. *Neurotransmisor que permite la despolarización del sarcolema y permite la liberación del Ca^{++} para la contracción muscular.*

   A) *Dopamina*
   B) *Adrenalina*
   C) *Serotonina*
   D) *Acetilcolina*
   E) *Noradrenalina*

8. *No ocurre durante la contracción de la sarcómera*

   A) *Las líneas "Z" se acercan.*
   B) *La banda "A" se acorta.*
   C) *La banda "H" desaparece.*
   D) *La actina se desliza sobre la miosina.*
   E) *La banda "I" se acorta.*

9. *"Es un área desprovista de mielina y cubierta por prolongaciones de células de Schwann adyacentes".*

A) Internódulo
B) Cono de implantación
C) Nodo de Ranvier
D) Cisuras de Schmidt-Lantermann
E) Cono asónico

10. *Únicas células del tejido nervioso que derivan del mesodermo y forman parte también del sistema mononuclear fagocítico.*

A) Célula de Schwann
B) Oligodendrocito
C) Célula ependimaria
D) Microglia
E) Astrocito

RESOLUCIÓN

1. *Los epitelios son tejidos cuyas células tienen vida limitada. Sobre todo las células de revestimiento están sujetas al desgaste por fuerzas mecánicas como el rozamiento. En consecuencia, en el tejido epitelial hay una renovación constante de sus células, con el fin de regenerar la zona desgastada.*

Clave E

2. *El cuello uterino o cérvix posee un epitelio de revestimiento del tipo simple cilíndrico (secretor de moco). Sin embargo, en el sitio en el que el cuello uterino hace protrusión hacia la vagina, se encuentra cubierto por epitelio poliestratificado plano no queratinizado, al igual que la vagina.*

Clave B

3. *El tejido conectivo o conjuntivo posee vasos sanguíneos y linfáticos, los cuales se encargan de nutrir a los tejidos vecinos que carecen de vasculatura. Por esta razón el tejido epitelial se nutre por difusión a partir de los vasos sanguíneos del tejido conectivo subyacente.*

Clave E

4. *Las fibras reticulares forman una estructura de sostén llamada estroma y se localizan en los tejidos hematopoyeticos y linfoides (médula ósea roja, bazo, ganglios linfáticos). Asimismo forma el estroma del hígado, riñones y glándulas endocrinas. De un modo diferente, las fibras elásticas proporcionan al tejido, capacidad de responder al estiramiento y distensión, tal como ocurre en las grandes arterias.*

Clave C

5. *El hueso largo crece en longitud por la actividad del disco epifisiario o placa epifisiaria, ésta es una porción de tejido cartilaginoso cuyos condrocitos proliferan y participan en la formación endocondral del hueso. El incremento del ancho o diámetro del hueso se produce por crecimiento por aposición del tejido óseo nuevo en la capa osteogénica de células del periostio.*

Clave D

6. *Las cavidades del hueso están revestidas por el endostio, este está constituido por tejido conectivo. El endostio reviste el canal medular, las trabéculas óseas del tejido óseo esponjoso y los conductos de Haver's y de Volkmann. Los huesos se encuentran recubiertos externamente por periostio.*

Clave E

7. *Cuando el impulso nervioso alcanza los terminales axonales, las vesículas sinápticas liberan acetilcolina hacia la hendidura sináptica. Este neurotransmisor se acopla a los receptores específicos para acetilcolina que se localizan en el sarcolema e inicia los procesos de la contracción muscular al abrir canales iónicos de Ca^{++} en el sarcolema*

Clave D

8. *Durante la contracción muscular, y de acuerdo con su intensidad, aumenta la interdigitación de los filamentos delgados y gruesos. La longitud de la banda "A" se mantiene sin cambios, las longitudes de las bandas H e I se acortan de manera proporcional al grado de contracción. Por deslizamiento de la actina sobre la miosina, las líneas Z se acercan entre sí.*

Clave B

9. *En la vaina de mielina se encuentran interrupciones a intervalos regulares en toda la longitud del axón, estas se denominan Nodos de Ranvier, estos son sitios en los que queda expuesto el axón y nos indican una interfase entre las vainas de mielina de dos células de Schwann adyacentes localizadas a lo largo del axón.*

Clave C

10. *Las microglias están diseminadas por todo el Sistema Nervioso Central, proliferan y adquieren actividad fagocítica en las regiones de lesión y enfermedad, eliminando desechos, estructuras lesionadas y restos celulares del sistema nervioso central. Desde el punto de vista embriológico no derivan del tubo neural, sino que se originan del mesodermo y son parte de la población de células fagocíticas mononucleares.*

Clave D

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *La mucosa de la vesícula seminal presenta epitelio*

   A) monoestratificado plano.
   B) monoestratificado cúbico.
   C) monoestratificado cilíndrico con microvellosidades.
   D) monoestratificado cilíndrico ciliado.
   E) pseudoestratificado cilíndrico.

2. *Las glándulas mamarias de acuerdo a la forma de su adenómero y por la ramificación de su conducto excretor, son de tipo*

   A) tubular simple.
   B) alveolar compuesta.
   C) túbulo-alveolar simple.
   D) túbulo-alveolar compuesta.
   E) tubular compuesta.

3. *Célula conectiva que elabora, almacena y libera gránulos de heparina e histamina.*

   A) Adipocito
   B) Macrófago
   C) Mastocito
   D) Fibroblasto
   E) Célula Plasmática

4. *Es la estructura más resistente del organismo.*

   A) Tejido óseo
   B) Esmalte de los dientes
   C) Cartílago
   D) Dentina
   E) Cemento

5. *Es una vaina de tejido conectivo que envuelve a cada fibra muscular.*

   A) Epimisio
   B) Endomisio
   C) Perimisio
   D) Sarcolema
   E) Sarcoplasma

6. *En el miocito recibe el nombre de sarcosoma.*

   A) Citoplasma
   B) Núcleo
   C) Mitocondria
   D) Retículo endoplasmático
   E) Membrana celular

7. *A través de los discos intercalares el potencial de acción viaja de fibra en fibra muscular, éste se localiza en*

   A) el útero.
   B) el corazón.
   C) el músculo diafragma.
   D) la vejiga.
   E) el estómago.

8. *Membrana conectiva que rodea individualmente a cada fibra nerviosa.*

A) Epineuro
B) Epimisio
C) Endoneuro
D) Endomisio
E) Perineuro

9. *Constituyen las células satélites del sistema nervioso central, formando mielina a este nivel.*

A) Oligodendrocitos
B) Células ependimarias
C) Astrocitos
D) Microglias
E) Células de Schwann

10. *Prolongación funcional más importante de la neurona que conduce impulsos nerviosos eferentes, es decir del cuerpo neuronal hacia la periferie.*

A) Dendrita
B) Axón
C) Teledendrón
D) Soma
E) Pericarion

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	D	C	B	B	C	B	C	A	B

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *Hueso que contiene a las estructuras involucradas en la audición y el equilibrio.*

   A) Frontal
   B) Temporal
   C) Esfenoides
   D) Occipital
   E) Etmoides

2. *La cara está constituida por 14 huesos. Señale Ud. cuál es la estructura ósea móvil de la cara.*

   A) Temporal
   B) Maxilar superior
   C) Mandíbula
   D) Vómer
   E) Palatino

3. *En que parte de una vértebra dorsal se localizan las carillas articulares para la tuberosidad de la costilla.*

   A) Lámina
   B) Cuerpo vertebral
   C) Pedículo
   D) Apófisis espinosa
   E) Apófisis transversa

4. *Hueso del tarso que se articula con los huesos de la pierna.*

   A) Cálcaneo
   B) Astrágalo
   C) Cuboides
   D) Escafoides
   E) Cuneiformes

5. *Cuál de las siguientes articulaciones no es de tipo sinovial.*

   A) Articulación del hombro
   B) Articulación del codo
   C) Articulación de la cadera
   D) Sínfisis del pubis
   E) Articulación de la rodilla

6. *Indique Ud. el músculo facial que expresa sorpresa o enojo.*

   A) Temporal
   B) Orbicular de los párpados
   C) Frontal
   D) Buccinador
   E) Masetero

7. *Músculo que mantiene los alimentos entre los dientes durante la masticación y es importante para soplar*

   A) Orbicular de los labios
   B) Cigomático mayor
   C) Cigomático menor
   D) Buccinador
   E) Triangular de los labios

8. *Músculo a cuya contracción de un sólo músculo rota la cara hacia el lado opuesto al músculo que se contrae.*

A) Esplenio de la cabeza.
B) Semiespinoso de la cabeza.
C) Complexo mayor.
D) Esternocleidomastoideo.
E) Escaleno.

9. *Músculo que proporciona su redondez al contorno del hombro.*

A) Supraespinoso
B) Infraespinoso
C) Redondo mayor
D) Subescapular
E) Deltoides

10. *El tendón de Aquiles permite la inserción de los músculos.*

A) Sóleo, tibial anterior y peroneo anterior.
B) Peroneo anterior, peroneo lateral largo y tibial posterior.
C) Sóleo, gastrocnemios y delgado plantar.
D) Sóleo y gastrocnemio.
E) Poplíteo, sóleo y delgado plantar.

RESOLUCIÓN

1. *El temporal es un hueso par, situado en la parte lateral media e inferior del cráneo y contiene a los órganos de la audición y el equilibrio. En el feto y en el recién nacido, se pueden identificar tres piezas óseas diferentes: la parte escamosa, la parte timpánica y la parte petrosa. En el adulto, estas tres porciones están soldadas. El hueso forma un bloque único, con una parte endocraneana que contiene numerosos conductos y cavidades.*

Clave **B**

2. *La mandíbula o maxilar inferior es un hueso simétrico, impar y mediano, que se encuentra localizado en la parte inferior de la cara. Está configurado en un cuerpo concavo hacia atrás en forma de herradura; sus extremos se dirigen verticalmente hacia arriba formando con el cuerpo un ángulo casi recto. Su movilidad permite los movimientos de la masticación y la presencia, así como el desarrollo o la desaparición de los dientes, modifica el aspecto general del hueso y por lo tanto de la cara.*

Clave **C**

3. *Las vértebras dorsales, a diferencia de las cervicales, poseen apófisis espinosas más largas, aplanadas lateralmente y dirigidas hacia abajo. Salvo en las vértebras dorsales undécima y duodécima, las apófisis transversas poseen carillas para articularse con los tubérculos de las costillas. Los cuerpos de las vértebras dorsales tienen también carillas completas o semicarillas para articularse con las cabezas de las costillas.*

Clave E

4. *El astrágalo es un hueso que forma parte del tarso, y es el único del pie que se articula con la tibia y el peroné. Se encuentra rodeado, por un lado, por el maleólo interno de la tibia y por el otro por el maléolo externo del peroné. Cuando caminamos, el astrágalo soporta inicialmente la totalidad del peso del cuerpo, para, a continuación, transmitir alrededor de la mitad de dicho peso al calcáneo. El resto se transmite a los demás huesos del tarso.*

Clave B

5. *La articulación sinovial o diartrosis es de libre movimiento que se caracteriza por la presencia de un espacio, denominado cavidad sinovial o articular, el cual separa a los huesos que se articulan. Este tipo de articulación lo encontramos a nivel del hombro, codo, muñeca, cadera, rodilla y tobillo. La sínfisis del pubis constituye una articulación anfiartrósica, es decir, de escaso movimiento. El material de conexión es un disco plano y ancho de cartílago fibroso. Este tipo de articulación también lo encontramos entre los cuerpos de las vértebras.*

Clave D

6. *El músculo frontal se origina de la galea aponeurótica y se inserta en la piel y en el tejido conectivo subcutáneo denso a nivel de las cejas. Su función es elevar las cejas y arrugar la frente en las expresiones de sorpresa o enojo.*

Clave E

7. *El músculo buccinador se origina en el ligamento pterigomaxilar y en las caras laterales del maxilar superior y la mandíbula, para terminar en los músculos que rodean a la boca, con fibras cruzadas hacia los labios superior e inferior. Comprime el carrillo, mantiene los alimentos entre los dientes durante la masticación y es importante al soplar, cuando los carrillos se distienden.*

Clave D

8. *Entre los músculos que mueven la cabeza tenemos, al semiespinoso de la cabeza, esplenio de la cabeza y el complexo menor. Estos músculos son pares y la contracción de ambos extiende la cabeza; en cambio, la contracción de uno solo rota la cara hacia el mismo lado del músculo que se contrae; el esternocleidomastoideo es otro músculo que mueve la cabeza y la contracción de un solo músculo rota la cara hacia el lado opuesto al músculo que se contrae.*

Clave D

9. *El músculo deltoides se origina en la extremidad acromial de la clavícula y acromion y espina de la escápula. Se inserta en la impresión deltoidea del húmero. Realiza la abducción del brazo. Sus fibras anteriores producen flexión y rotación interna del brazo, las fibras posteriores producen extensión y rotación externa del brazo.*

Clave E

10. *El tendón de Aquiles (Calcáneo) se inserta en el calcáneo a través de un tendón común formado por los músculos gastrocnemios, sóleo y delgado plantar. El tendón de Aquiles es el tendón más fuerte del organismo y puede resistir una fuerza de 500 kg. sin desgarrarse. Sin embargo, a pesar de ello, es también el tendón que, con mayor frecuencia, se rompe, debido a las tremendas presiones a que se ve sometido en las competiciones deportivas.*

Clave C

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *El tejido óseo y el sistema esquelético realizan las siguientes funciones, excepto*

   A) homeostasis mineral.
   B) hematopoyesis.
   C) reservorio de calcio y fósforo.
   D) hematosis.
   E) sostén.

2. *La prominencia posterior del codo está formada por el olecranon, el cual pertenece al hueso*

   A) húmero.
   B) radio.
   C) cúbito.
   D) pronador.
   E) peroné.

3. *El maléolo externo del tobillo está formado por el hueso*

   A) tibia.
   B) calcáneo.
   C) peroné.
   D) astrágalo.
   E) escafoides.

4. *La fusión del ilion, isquion y pubis forma el hueso*

   A) sacro.
   B) cóccix.
   C) coxal.
   D) rótula.
   E) fémur.

5. *La articulación escápulo-humeral o del hombro es de tipo*

   A) sinartrosis.
   B) anfiartrosis.
   C) diartrosis.
   D) fibroso.
   E) cartilaginoso.

6. *Señale el músculo que permite soplar o emitir silbidos.*

   A) Risorio
   B) Cigomático mayor
   C) Orbicular de los labios
   D) Buccinador
   E) Masetero

7. *En cuál de las siguientes situaciones no se encuentra alterada el sistema de palanca muscular esquelética.*

   A) Fractura
   B) Luxación
   C) Anquilosis
   D) Torcedura
   E) Supinación

8. *La mayoría de los músculos de la expresión facial se inserta en*

A) *Huesos.*
B) *Músculos.*
C) *Piel.*
D) *Cartílagos.*
E) *Mucosas.*

9. *Músculos que sirven para regular el movimiento, evitar desplazamientos no deseados y ayudar al agonista a actuar con mayor eficacia.*

A) *Orbiculares*
B) *Extensores*
C) *Flexores*
D) *Abductores*
E) *Sinérgicos*

10. *Señale Ud. los músculos que comprimen el abdomen para ayudar en la defecación, micción y parto.*

A) *Prensa abdominal*
B) *Pectoral mayor y menor*
C) *Dorsal ancho y serrato mayor*
D) *Dorsal ancho e intercostales*
E) *Diafragma e intercostales*

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	C	C	C	C	D	E	A	E	A

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *En la fase mesoblástica de la hematopoyesis los elementos formes se producen en*

   A) saco vitelino.
   B) médula ósea roja.
   C) hígado.
   D) bazo.
   E) riñones.

2. *Una molécula de hemoglobina puede transportar*

   A) 8 moléculas de oxígeno.
   B) 4 moléculas de oxígeno.
   C) 2 moléculas de oxígeno.
   D) 1 molécula de oxígeno.
   E) 6 moléculas de oxígeno.

3. *La propiedad por la cual el leucocito puede atravesar la pared de los capilares sanguíneos se denomina*

   A) quimiotaxis.
   B) diapédesis.
   C) movimiento ameboideo.
   D) fagocitosis.
   E) marginación.

4. *El linfocito encargado de la destrucción de células tumorales es el*

   A) Linfocito B.
   B) Linfocito C.
   C) Linfocito NK.
   D) Linfocito T4.
   E) Linfocito T "Memoria".

5. *No corresponde a las plaquetas.*

   A) Se origina a partir del megacariocito
   B) Posee una zona periférica llamada hialómero.
   C) Es un fragmento citoplasmático.
   D) Los gránulos densos contienen el factor de Von Willebrand.
   E) La agregación plaquetaria se produce gracias a la acción del ADP.

6. *Es una serie de eventos que detienen una hemorragia.*

   A) Homeóstasis
   B) Hematosis
   C) Hemostasia
   D) Hematopoyesis
   E) Hemocateresis

7. *Casi todos los factores de la coagulación son sintetizados en el hígado, con excepción del factor*

   A) I.
   B) IV.
   C) VII.
   D) VIII.
   E) IX.

8. *Favorece la transformación de protrombina en trombina excepto*

A) Xa
B) Va
C) LPP
D) Ca^{+2}
E) VIIIa

9. *La hemofilia se caracteriza por la deficiencia de algunos factores de coagulación, ello significa que en un paciente se pueden generar ..... de forma espontánea o ante traumatismos pequeños.*

A) trombos
B) émbolos
C) coagulación intravascular
D) hemólisis
E) hemorragias

10. *Un paciente de grupo sanguíneo A^-, recibe sangre (receptor) de una persona (donante) que es del grupo O^+. Ello significaría que dicho paciente ..... y por tanto en una segunda transfusión, en caso*

A) se va a sensibilizar - $A+$.
B) se insensibilizará - O^-.
C) se sensibilizará - O^-.
D) rechazará los eritrocitos - O^-
E) se sensibilizará - O^+.

RESOLUCIÓN

1. *La hematopoyes es el proceso de formación de los elementos formes de la sangre. En la vida intrauterina se divide en tres etapas: etapa mesoblástica, hepática y medular. En la etapa mesoblástica la hematopoyesis se lleva a cabo en el saco vitelino del embrión y empieza a los 19 días de gestación.*

Clave A

2. *La molécula completa de hemoglobina consta de cuatro subunidades, cada una de las cuales posee una cadena de polipéptidos y un grupo Hem. Cada grupo Hem puede fijar una molécula de O_2, pero como una molécula de hemoglobina posee cuatro grupos Hem, entonces podrá fijar y transportar cuatro moléculas de O_2.*

Clave B

3. *Los glóbulos blancos se encargan de desarrollar la función de defensa del organismo, gracias a las propiedades de: Quimiotaxis, Diapédesis, Movimiento ameboideo y Fagocitosis. La diapédesis es la capacidad que posee el leucocito de deformarse para atravesar la pared de los capilares sanguíneos. De esta manera el leucocito abandona la sangre y se dirige hacia el foco infeccioso.*

Clave B

4. *Los linfocitos NK (Natural Killer) o asesinos naturales constituye una línea de defensa temprana contra células infectadas por virus y células tumorales. El modo en que estas células matan a las bacterias depende de que descarguen perforinas y fragmentinas. Las perforinas descargadas se ensamblan a la membrana plasmática de la célula blanco, y forman poros a través de los cuales los fragmentinas pueden entrar en el citoplasma y provocar la muerte celular.*

Clave C

5. *Las plaquetas o trombocitos son pequeños fragmentos discoideos que se originan por la fragmentación citoplasmática de los megacariocitos. Posee una zona periférica llamada: Hialomero y una zona central llamada: Granulomero, este presenta gránulos alfa y densos. Los gránulos alfa contienen proteínas, factor de Von Willebrand y otros. Los gránulos densos o delta contienen Ca^{++}, serotonina, ADP y ATP.*

Clave D

6. *La hemostasia es un conjunto de mecanismos merced a los cuales se consigue detener y cohibir los procesos hemorrágicos. En ella interviene fundamentalmente los factores: Los vasos arterio-capilares, que al ser lesionados se contraen de modo reflejo; las Plaquetas que se acumulan en la zona de lesión; y, el fenómeno de la coagulación sanguínea. Íntimamente ligado a este último, está el proceso de fibrinólisis, destinado a evitar que, el proceso de la coagulación se exceda y dé lugar a la formación de trombosis nocivas.*

Clave C

7. *La mayoría de los factores de la coagulación son sintetizados en el hígado, con excep del factor III (Tromboplastina Tisular) y el factor IV (Ca^{++}). Los factores II, VII, IX y X necesit ara su síntesis, la presencia de la vitamina K.*

Clave B

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

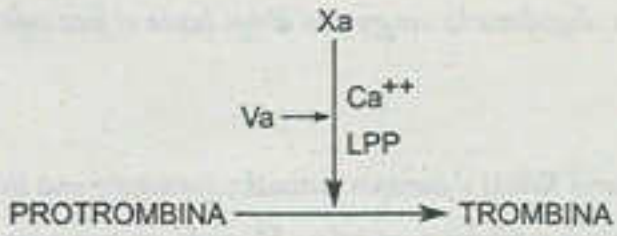
Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

8. *En la cascada de la coagulación sanguínea, específicamente, en la activación de la Protrombina en trombina, participan el factor Xa, Va, Ca^{++} y LPP (fosfolípidos plaquetarios).*



Clave E

9. *La hemofilia es un enfermedad hereditaria que se desarrolla principalmente en los varones por ser un trastorno recesivo ligado al sexo (cromosoma X). Se caracteriza por la deficiencia de algunos factores de la coagulación como, factor VIII (mas frecuente), IX o XI; y, en un paciente se pueden producir hemorragias subcutáneas e intramusculares de manera espontánea o traumática.*

Clave E

10. *El paciente de grupo sanguíneo A^- significa que es ARh^-, y una persona del grupo Rh^- no tiene anticue en el plasma. Al recibir sangre (en una primera oportunidad) del grupo O^+, está recibiendo antíge ') que activará al sistema inmune, el cual producirá anticuerpos anti –Rh (anti-D) que perma rá en el plasma sanguíneo del receptor. Significa entonces que está sensibilizado y no podrá recibi gre en una segunda oportunidad del grupo Rh^+, por lo que debería ser del grupo A^- ó O^-.*

Clave C

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *Una persona de 60 kg de peso que volumen sanguíneo tendrá aproximadamente*

   A) 3 litros.
   B) 3,8 litros.
   C) 4,2 litros.
   D) 4,8 litros.
   E) 6 litros.

2. *El núcleo Hem de cada subunidad de hemoglobina tiene un átomo de*

   A) Mg^{+2}.
   B) Fe^{+2}.
   C) Fe^{+3}.
   G) Mg^{+3}.
   E) Cu^{+2}.

3. *El glóbulo blanco que al salir de los capilares sanguíneos se denomina macrófago es*

   A) neutrófilo.
   B) eosinófilo.
   C) basófilo.
   D) monocito.
   E) linfocito.

4. *Las fases de la hemostasia son, excepto*

   A) Vascular.
   B) Plaquetaria.
   C) Coagulación Sanguínea.
   D) Fibrinólisis.
   E) Hemorragia.

5. *Uno de los siguientes factores de la coagulación no es un elemento proteico.*

   A) II
   B) IV
   C) VI
   D) VIII
   E) X

6. *En la membrana de los glóbulos rojos se hallan glucoproteínas denominadas*

   A) antígenos.
   B) anticuerpos.
   C) aglutininas.
   D) factores de la coagulación.
   E) enzimas.

7. *Si un paciente necesitara sangre, se deberá administrar sangre de grupos sanguíneos ....., para lo cual se debe conocer necesariamente los ..... del donante y los ..... del receptor*

   A) compatibles - antígenos - anticuerpos
   B) compatibles - antígenos - antígenos
   C) incompatibles - antígenos - antígenos
   D) incompatibles - antígenos - anticuerpos
   E) incompatibles - anticuerpos - antígenos

8. *Si en una transfusión sanguínea, los glóbulos rojos donados estallan y liberan su hemoglobina en el plasma; este proceso recibe el nombre de*

A) *hematopoyesis*
B) *hemocateresis*
C) *hemólisis*
D) *hemostasia*
E) *homeostasia*

9. *Grupo sanguíneo más representativo en nuestro país es*

A) *A.* B) *B.*
C) *AB.*
D) *O.* E) Rh^-.

10. *En la eritroblastosis fetal la madre es ..... y el feto es.....*

A) $Rh^+ - Rh^-$.
B) $Rh^+ - Rh^+$.
C) $Rh^- - Rh^-$.
D) Rh^+ - *Anti- Rh.*
E) $Rh^- - Rh^+$.

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	B	D	E	B	A	A	C	D	E

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *En la vida fetal, ambas aurículas se comunican entre sí a través de*

   A) *la fosa oval.*
   B) *el agujero de Botal.*
   C) *el conducto arterioso.*
   D) *el anillo de Vieussens.*
   E) *los músculos pectíneos.*

2. *Las cuerdas tendinosas fijan la(s) válvula(s) ..... a las masas carnosas de ..... orden.*

   A) *bicúspide - segundo*
   B) *sigmoidea - primer*
   C) *eustaquio - tercer*
   D) *auriculoventriculares - primer*
   E) *thebesio - segundo*

3. *Son características de las arterias excepto*

   A) *se inician en los ventrículos.*
   B) *son divergentes.*
   C) *contienen sangre oxigenada.*
   D) *son generalmente superficiales.*
   E) *llevan sangre a los tejidos.*

4. *No corresponden a los capilares sanguíneos.*

   A) *Son los vasos sanguíneos más numerosos.*
   B) *Sus paredes están constituidas por endotelio.*
   C) *Se ubican entre metaarteriolas y vénulas.*
   D) *Su diámetro es de 7 a 9 µm*
   E) *Resultan de la ramificación de las vénulas.*

5. *Son ramas de la aorta ascendente.*

   A) *Arteria subclavia derecha*
   B) *Arteria carótida primitiva izquierda*
   C) *Arterias coronarias*
   D) *Arterias bronquiales.*
   E) *Arterias gástricas*

6. *Vena(s) que drena(n) sangre del hígado.*

   A) *Hepática*
   B) *Esplénica*
   C) *Mesentérica superior*
   D) *Porta*
   E) *Cava superior*

7. *¿Cuál es el volumen aproximado de sangre que se expulsa de cada ventrículo en cada eyección?*

   A) *20 ml*
   B) *50 ml*
   C) *70 ml*
   D) *100 ml*
   E) *120 ml*

8. ¿En que fase del ciclo cardíaco se abren las válvulas auriculoventriculares?

A) Llenado
B) Eyección
C) Contracción isovolumétrica
D) Relajación isovolumétrica
E) Sístole

9. La presión a nivel de capilares sanguíneos es equivalente a

A) 120 - 80 mmHg.
B) 80 - 50 mmHg.
C) 50 - 30 mmHg.
D) 15 - 30 mmHg.
E) 5 - 10 mmHg.

10. La frecuencia cardíaca es el número de ciclos cardíacos por minuto ¿En cuál de los siguientes casos no se incrementa la frecuencia cardíaca?

A) Aumento de temperatura corporal
B) Estimulación simpática
C) Estimulación parasimpática
D) Estados emocionales como ira
E) Actividad física incrementada

RESOLUCIÓN

1. En el feto, ambas aurículas se comunican entre si a través de una abertura llamada agujero de Botal (agujero oval), este se encuentra en el tabique ubicado entre la aurícula derecha y la izquierda. El agujero de Botal normalmente se cierra después del nacimiento y se convierte en la fosa oval, que es una depresión que se localiza en el tabique interauricular.

Clave B

2. En los orificios auriculoventriculares encontramos a las válvulas auriculoventriculares: la válvula bicúspide o mitral (dos cúspides) en el lado izquierdo y la válvula tricúspide (tres cúspides) en el lado derecho. Desde el borde libre de estas cúspides, se proyectan hacia el ventrículo unos cordones fibrosos parecidos a los tendones, estos reciben el nombre de cuerdas tendinosas y se conectan con los músculos papilares o masas carnosas de primer orden.

Clave D

3. *Las grandes arterias (pulmonar y aorta) se originan en los ventrículos derecho e izquierdo respectivamente, conforme se aleja del corazón se van ramificando (son divergentes). Todas las arterias conducen sangre oxigenada, con la excepción de la arteria pulmonar que transporta sangre desoxigenada. Las arterias tienen una trayectoria generalmente profunda a diferencia de las venas que son generalmente superficiales.*

Clave D

4. *Si bien los capilares son los vasos sanguíneos más numerosos, tan solo el 5% de la sangre circulante se encuentra dentro de ellos; pero este volumen sanguíneo es el más importante, porque a través de las paredes de los capilares se lleva a cabo el intercambio de O_2, CO_2, nutrientes y productos de desechos. Los capilares están constituidos por endotelio y se ubican entre los metarteriolas y las vénulas.*

Clave E

5. *La arteria aorta se divide en cuatro segmentos: aorta ascendente, cayado de la aorta, aorta torácica y aorta abdominal. La aorta ascendente nace en el ventrículo izquierdo y origina a las arterias coronarias derecha e izquierda. Las arterias coronarias irrigan el músculo cardíaco (miocardio) proporcionándole O_2 y nutrientes.*

Clave C

6. *La vena cava inferior es la vena más grande del cuerpo y está formada por la unión de las dos venas iliacas comunes, que drenan las extremidades inferiores y el abdomen. Las venas hepáticas drenan sangre del hígado hacia la vena cava inferior. La vena cava superior transporta sangre desoxigenada de los miembros superiores, cabeza y cuello. La vena porta se forma por la unión de las venas mesentérica superior y esplénica, y drenan sangre desde el páncreas, bazo, estómago, intestinos y la vesícula biliar, y lo transporta al hígado.*

Clave A

7. *Al final de la diástole ventricular, el volumen de sangre que ocupa cada ventrículo es de 120 - 130 ml. Por otro lado, al final de la sístole ventricular, el volumen de sangre que queda es de casi 50 ml. Esto quiere decir que la cantidad de sangre, expulsada en cada eyección, es de unos 70 ml. (volumen de eyección). En reposo, el volumen de eyección es de 70 - 90 ml.*

Clave C

8. *La fase de llenado se refiere al llenado de los ventrículos y esto se produce por el pasaje de la sangre desde las aurículas. En esta fase ocurre la apertura de las válvulas auriculo-ventriculares (tricúspide y bicúspide). El llenado ventricular se desarrolla en tres fases: llenado rápido, llenado lento (diástasis) y contracción auricular.*

Clave A

9. *La presión sanguínea es la presión que se ejerce por parte de la sangre sobre la pared del vaso sanguíneo. La presión del sistema arterial en un adulto en reposo fluctúa entre 120 mmHg (presión sistólica) y 80 mmHg (presión diastólica). La presión en las arterias pequeñas es cerca de 85 mmHg. La presión disminuye en las arteriolas de 85 a cerca de 30 mmHg. En los capilares, a nivel del extremo arteriolar, es de unos 30 mmHg y en el extremo venoso es de 15 mmHg.*

Clave D

10. *Los impulsos nerviosos parasimpáticos llegan al corazón a través de los nervios vagos (X par craneal) derecho e izquierdo. Estas fibras inervan el nodo sinusal, el nodo auriculoventricular y el miocardio auricular. Liberan acetilcolina, la cual disminuye la frecuencia cardíaca. Siempre existe un equilibrio entre las estimulaciones simpáticas y parasimpáticas del corazón, pero, en estados de reposo, predominan los efectos parasimpáticos.*

Clave C

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *El vértice del corazón se localiza a nivel del ..... espacio intercostal izquierdo.*

A) segundo
B) tercero
C) cuarto
D) quinto
E) sexto

2. *La fosa oval se observa en la pared interna de la (del)*

A) aurícula derecha.
B) aurícula izquierda.
C) ventrículo derecho.
G) ventrículo izquierdo.
E) vena cava inferior .

3. *Marque la relación incorrecta.*

A) Aurículas: orejuelas
B) Ventrículos: músculos pectíneos
C) Aurículas: desembocan venas
D) Ventrículos: nacen arterias
E) Ventrículos: paredes gruesas

4. *El polígono de Willis irriga el*

A) encéfalo
B) globo ocular
C) corazón
D) estómago
E) oído

5. *Son características de las venas excepto*

A) terminan en las aurículas.
B) transportan sangre poco oxigenada.
C) tiene pared gruesa.
D) poseen válvulas en su trayecto.
E) son convergentes.

6. *Se forma por unión de los troncos venosos braquiocefálicos izquierdo y derecho.*

A) Vena cava superior
B) Seno venoso coronario
C) Vena cava inferior
D) Venas pulmonares
E) Vena porta

7. *Arteria que irriga el bazo, páncreas y estómago.*

A) Arteria hepática
B) Arteria gástrica izquierda
C) Arteria esplénica
D) Arteria mesentérica superior
E) Arteria hipogástrica

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

8. *En que fase del ciclo cardíaco se cierran las válvulas sigmoideas.*

A) Llenado.
B) Contracción isovolumétrica
C) Eyección
D) Relajación isovolumétrica
E) Sístole

9. *El gasto cardíaco de una persona en reposo es de aproximadamente*

A) 9 litros/minuto.
B) 5 litros/minuto.
C) 7 litros/minuto.
B) 8 litros/minuto.
E) 10 litros/minuto.

10. *Señale la hormona que al provocar vasodilatación y disminución del volumen sanguíneo, disminuye la presión arterial.*

A) Adrenalina
B) Angiotensina II
C) Aldosterona
D) Péptido natriurético auricular
E) ADH

twitter.com/calapenshko

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	A	B	A	C	A	C	D	B	D

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *No participa en la inmunidad natural.*

A) *Piel - mucosas*
B) *Lágrimas - saliva*
C) *Linfocitos T y B*
D) *Linfocito NK*
E) *Jugo gástrico*

2. *Las respuestas inmunitarias específicas caracterizan a la inmunidad de tipo ..... y la inespecífica a (la) ....., respectivamente.*

A) *innata - adaptativa*
B) *adquirida - adaptativa*
C) *natural - innata*
D) *natural - adquirida*
E) *adquirida - natural*

3. *Es un linfocito T $CD4^+$ y T $CD8^+$, respectivamente:*

A) *Ayudador - Helper*
B) *Helper - Citotóxico*
C) *Cooperador - Activador*
D) *Supresor - Helper*
E) *Citotóxico - NK (células)*

4. *No es una célula presentadora de antígeno (CPA).*

A) *Macrófago*
B) *Célula dendrítica*
C) *Célula del endotelio sanguíneo*
D) *Célula de los islotes de Langerhans*
E) *Células de Langerhans*

5. *Es el órgano linfoide más grande, encargado de la filtración de la sangre y de la defensa del organismo.*

A) *Bazo*
B) *Timo*
C) *Ganglio linfático*
D) *Médula ósea roja*
E) *Folículo linfático*

6. *Los cordones de Billroth forman parte de la pulpa .....; y se encuentran en el .....*

A) *blanca - bazo*
B) *roja - timo*
C) *roja - bazo*
D) *blanca - ganglio linfático*
E) *blanca - timo*

7. *No forma parte de los tejidos linfoides asociado a mucosas:*

A) *Amígdalas palatinas.*
B) *Folículos linfoides del apéndice cecal.*
C) *Placas de Peyer.*
D) *Anillo de Waldeyer.*
E) *Ganglio Linfático.*

8. *Un punto clave del sistema inmunitario es la "memoria inmunológica", lo cual se debe a la larga vida de los ....., además por la presencia de .....*

A) *Plasmocitos - antígenos*
B) *Neutrófilos - antígenos*
C) *Basófilos - anticuerpos*
D) *Linfocitos - anticuerpos*
E) *Macrófagos - anticuerpos*

9. *La inmunoglobulina que predomina en las respuestas inmunitarias, primaria y secundaria, respectivamente, son:*

A) *Ig G - Ig E*
B) *Ig M - Ig G*
C) *Ig A - Ig E*
D) *Ig D - Ig A*
E) *Ig A - Ig G*

10. *Son las inmunoglobulinas asociadas a mucosas y denominadas también anticuerpos secretores.*

A) *Ig A*
B) *Ig E*
C) *Ig M*
D) *Ig D*
E) *Ig G*

RESOLUCIÓN

1. *El Sistema Inmunitario se puede clasificar en:*
   - *Inmunidad natural o innata: corresponde a esta inmunidad los fluidos corporales (saliva, lágrimas, jugo gástrico, etc.), barreras físicas (piel y mucosas), células como: macrófagos, células asesinas naturales (linfocitos natural killer), y moléculas como por ejemplo, el complemento.*
   - *Inmunidad adquirida o adaptativa: corresponde a su vez:*
     - *Pasiva: como por ejemplo: suero materno, inmunoglobulinas artificiales y antídotos contra mordeduras de serpientes o arañas.*
     - *Activa: Aquí intervienen los linfocitos B y linfocitos T. Por ejemplo, cuando se aplican vacunas o se padece de una determinada enfermedad.*

Clave C

2. *En el Sistema Inmunológico la inmunidad adquirida o adaptativa es específica; es decir, está dirigido contra un antígeno (agente extraño al organismo) específico al cual debe inactivar o destruir. En cambio la inmunidad natural o innata es un tipo de defensa del organismo en respuesta a la invasión de cualquier agente extraño.*

Clave E

3. *Los linfocitos T, de acuerdo a la expresión de las proteínas de diferenciación (CD) pueden ser:*
   - *Linfocitos CD4 ó linfocitos T4. También llamados ayudadores, cooperadores, activadores o linfocitos T Helper (TH).*
   - *Linfocitos CD8 o linfocitos T8. Pueden ser citotóxico y supresores.*

Clave B

4. *Las células presentadoras de antígenos (CPA) presentan los antígenos a las células T. Son células con gran capacidad para estimular el sistema inmunológico.*
   Entre las CPA tenemos a los macrófagos (monocitos), células dendríticas (en ganglios linfáticos y bazo), células de Langerhans (epidermis de la piel y mucosa bucal), células endoteliales de los vasos sanguíneos. Los Islotes de Langerhans se encuentran en el páncreas y se relacionan con la producción de hormonas, como la insulina y glucagon.

Clave D

5. *El bazo, es el órgano linfoide de mayor tamaño del cuerpo, se localiza en el abdomen (hipocondrio izquierdo).*
   A diferencia de los ganglios linfáticos que filtran la linfa, el bazo filtra la sangre. Además, el bazo es el órgano más importante de la hemocateresis (hemólisis fisiológica de los glóbulos rojos que han cumplido los 120 días), por lo que es considerado como el "cementerio de los glóbulos rojos".

Clave A

6. *El parénquima del bazo está compuesto por las pulpas. Así, la pulpa roja comprende a los sinusoides esplénicos (venas), y adyacentes a ello se encuentran los cordones de Billroth; la pulpa blanca comprende a los linfocitos. En consecuencia, los cordones esplénicos (o de Billroth) se encuentran en la pulpa roja, los mismos que son un componente principal en el bazo.*

Clave C

7. *Los órganos linfoides se caracterizan por ser encapsulados y no encapsulados; en tanto los tejidos linfoides asociados a mucosas son no encapsulados. Por otra parte, forman parte de los órganos encapsulados, el ganglio linfático, bazo y timo. En consecuencia, el tejido linfoide no asociado a las mucosas, corresponde al ganglio linfático.*

Clave E

8. *Entre las respuestas inmunitarias se incluye a la "memoria inmunológica", en el cual la respuesta es mucho más rápida e intensa durante la segunda exposición antigénica, esto permite que los linfocitos B se diferencien en plasmocitos sólo en cuestión de horas y no en varios días como sucede en la primera exposición. Dicha memoria se debe gracias a que los linfocitos viven varios años y a los anticuerpos de larga vida. Es además la base de la terapia mediante las vacunas, brindando protección contra diferentes enfermedades.*

Clave D

9. *Una respuesta inmunitaria puede ser primaria o secundaria, según el agente extraño ingrese por primera vez (primaria) o segunda vez (secundaria) al organismo. Cuando un agente extraño ingresa por primera vez, las Inmunoglobulinas de tipo M (Ig M) aumentan en el suero, como respuesta inmunitaria del tipo primaria; mientras que si el agente ingresa por segunda vez, las Inmunoglobulinas de tipo G (Ig G) aumentan en el suero del paciente como respuesta inmunitaria de tipo secundaria.*

Clave B

10. *En el suero, las Ig A son las 2° en orden de abundancia, después de la Ig G. Las Ig A se encuentran formando parte de las diversas secreciones seromucosas como saliva, leche, etc; por ello, también se les conoce como las inmunoglobulinas asociadas a las mucosas.*

Clave A

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *La inmunoglobulina con capacidad de cruzar la placenta y por ende brindar protección al feto y/o recién nacido es*

   A) Ig M.
   B) Ig E.
   C) Ig D.
   D) Ig G.
   E) Ig A.

2. *Las citocinas son moléculas proteicas del sistema inmunitario. De las siguientes moléculas, señale la que no es una citocina.*

   A) Interferón γ
   B) Interferón α
   C) Anticuerpo
   D) Interleukina
   E) Factor de necrosis tumoral

3. *Es la primera inmunoglobulina en aparecer en respuesta a un antígeno.*

   A) Ig A
   B) Ig M
   C) Ig G
   D) Ig D
   E) Ig E

4. *Las vacunas son preparados de bacterias atenuadas o restos de ella, que desencadena una respuesta inmunitaria de defensa, por tanto intervienen en la*

   A) inmunidad innata
   B) inmunidad natural
   C) inmunidad artificial
   D) inmunidad adquirida activa
   E) inmunidad adquirida pasiva

5. *Los corpúsculos de Hassall forman parte de la médula de*

   A) ganglios linfáticos.
   B) timo.
   C) amígdalas linguales.
   D) amígdalas palatinas.
   E) bazo.

6. *Cuál de las células del sistema inmunológico utiliza perforinas para el exterminio de su célula blanco.*

   A) Linfocitos B
   B) Linfocitos T auxiliar
   C) Linfocitos NK
   D) Linfocitos CD4
   E) Linfocitos Helper

7. *Órgano linfoide que es considerado el principal órgano hemocaterético.*

   A) Ganglios linfáticos
   B) Timo
   C) Bazo
   D) Hígado
   E) Médula ósea

8. *Cuál de las células del sistema inmunológico participa en la inmunidad humoral.*

A) Macrófagos
B) Linfocitos T
C) Anticuerpos
D) Linfocitos B
E) Linfocitos T_H

9. *De los siguientes, cuál es órgano linfoide primario.*

A) Timo
B) Bazo
C) Ganglio linfático
D) Hígado
E) Amígdalas

10. *Órgano linfoide, que estimula la producción linfocítica en la médula ósea roja.*

A) Ganglio linfático
B) Timo
C) Médula ósea amarilla
D) Bazo
E) Amígdalas

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	C	B	D	B	C	C	D	A	B

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *En relación a la laringe, marcar lo incorrecto.*

   A) *Se ubica debajo del hueso hioides.*
   B) *Posee un armazón cartilaginoso.*
   C) *El cartílago tiroides es más desarrollado en el varón.*
   D) *Los cartílagos aritenoides se ubican sobre los corniculados.*
   E) *Posee tres cartílagos pares y tres impares.*

2. *Son características de la tráquea, excepto:*

   A) *Se extiende de la vértebra C_6 a la D_4.*
   B) *Mide aproximadamente 12 cm de longitud.*
   C) *Se bifurca a nivel de la carina.*
   D) *Posee epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado.*
   E) *Origina a los bronquios lobares.*

3. *Con respecto a los bronquios, señale lo correcto.*

   A) *Provienen de la división de los bronquios lobares.*
   B) *Los bronquios primarios se denominan también lobares.*
   C) *Su diámetro es mayor de 2 mm.*
   D) *Carecen de cartílago.*
   E) *Posee epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado.*

4. *En relación a los pulmones, marque lo incorrecto.*

   A) *El derecho pesa más que el izquierdo.*
   B) *El izquierdo posee solo una cisura.*
   C) *El derecho posee la língula.*
   D) *Se encuentran envueltos por la pleura.*
   E) *El pulmón derecho presenta 10 segmentos pulmonares.*

5. *La sustancia tensioactiva es elaborada por*

   A) *fibroblastos.*
   B) *macrófagos alveolares.*
   C) *mastocitos.*
   D) *neumocitos I.*
   E) *neumocitos II.*

6. *No corresponde a la inspiración.*

   A) *Entrada de aire a los pulmones.*
   B) *Contracción del músculo diafragma.*
   C) *Aumento de los diámetros torácicos.*
   D) *Incremento de la presión intrapulmonar.*
   E) *Contracción de los músculos intercostales externos.*

7. *La presión del anhídrido carbónico en la sangre venosa de los capilares pulmonares es de*

   A) *40 mmHg.*
   B) *45 mmHg.*
   C) *95 mmHg.*
   D) *100 mmHg.*
   E) *105 mmHg.*

8. *La capacidad funcional residual (CFR) es igual a*

A) $VAC + VRI$
B) $VRI + VAC + VRE$
C) $VRE + VR$
D) CV
E) $VRI + VAC + VRE + VR$

9. *Bajo qué forma principalmente es transportado el CO_2 en la sangre.*

A) Como oxihemoglobina
B) Como carboxihemoglobina
C) Como ión bicarbonato
D) Disuelto en el plasma
E) Como carbaminohemoglobina

10. *No es característica de la respiración externa.*

A) Ocurre por diferencia de presiones.
B) Se realiza a través de la membrana alveolo-capilar.
C) El CO_2 difunde del capilar al alveolo.
D) El O_2 difunde del alveolo al capilar.
E) Se le llama también respiración tisular.

RESOLUCIÓN

1. *La pared de la laringe está compuesta de nueve cartílagos, tres de ellos son únicos (epiglotis, tiroides y cricoides) y tres son pares (aritenoides, corniculados y cuneiformes). El cartílago tiroides ("manzana de Adán") es el más grande y es más desarrollado en los varones. El cartílago cricoides es un anillo de cartílago que forma la pared inferior de la laringe. Los cartílagos aritenoides son pares y tienen forma piramidal. Se localizan en el borde superior y porción posterior del cricoides. Los cartílagos corniculados se localizan en el vértice de cada cartílago aritenoides, y los cartílagos cuneiformes se ubican en el pliegue aritenoepiglótico.*

Clave D

2. *La tráquea es una vía aérea tubular que mide 12 cm de longitud y 2,5 cm de diámetro. En el punto en donde la tráquea se bifurca en un bronquio primario (extrapulmonar) derecho y uno izquierdo, se encuentra un anillo interno que se denomina carina. La tráquea se encuentra revestida por una mucosa, cuyo epitelio es pseudoestratificado cilíndrico ciliado.*

Clave E

3. *Al igual que la tráquea, el bronquio primario contiene anillos de cartílago incompletos y se encuentra revestido por epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado. Cuando ingresan a los pulmones, los bronquios primarios se dividen en bronquios secundarios (lobares) y este continúa ramificándose originando a los bronquios terciarios (segmentarios), que a su vez se dividen en bronquiolos.*

Clave E

4. *El pulmón derecho está dividido en tres lóbulos: superior, medio e inferior. A su vez cada lóbulo se divide en segmentos, teniendo el lóbulo superior tres segmentos, el medio dos segmentos y el inferior cinco segmentos. En el caso del pulmón izquierdo, éste presenta dos lóbulos: superior e inferior. El lóbulo superior posee cuatro segmentos, de los cuales los dos inferiores conforman la llamada língula, y el lóbulo inferior posee asimismo cuatro segmentos pulmonares.*

Clave C

5. *La sustancia tensioactiva o surfactante es elaborada por el neumocito II, desde la semana 23 de gestación, y hacia la semana 28 a 32 existe una cantidad suficiente para evitar el colapso de los alveolos durante la espiración (salida de aire de los pulmones). La sustancia tensioactiva es una mezcla de dipalmitoilfosfatidilcolina, otros lípidos, y proteínas.*

Clave E

6. *Para que ocurra la inspiración, los pulmones se deben expandir. Esto aumenta el volumen pulmonar y consecuentemente disminuye la presión intrapulmonar, lo que permite el ingreso del aire atmosférico, el cual ingresa por diferencia de presiones. Para aumentar el volumen pulmonar se contraen los músculos inspiratorios: el diafragma y los intercostales externos, los cuales llevan a un aumento de las dimensiones de la cavidad torácica.*

Clave D

7. *La respiración externa (hematosis) es el intercambio de O_2 y CO_2 entre el alveolo y los capilares sanguíneos pulmonares. Este intercambio de gases se produce por diferencia de presiones. Es así, que al llegar a los pulmones, la presión parcial de CO_2 de la sangre desoxigenada (venosa) del capilar pulmonar es de 45 mmHg y mientras que en el alveolo es de 40 mmHg. Esta diferencia de presiones permite que el CO_2 difunda desde la sangre desoxigenada pulmonar hacia el alveolo.*

Clave B

8. *La capacidad funcional residual (CFR) es la cantidad de aire que queda en los pulmones tras una espiración normal, y equivale al volumen de reserva espiratoria (VRE) más el volumen residual (VR). El VRE es la cantidad adicional de aire que se puede espirar por espiración forzada después de una espiración normal; normalmente es de unos 1,100 ml. El VR es el volumen de aire que queda en los pulmones tras una espiración forzada, equivale a 1,200 ml.*

$\therefore\ CFR = VRE + VR \rightarrow VFR = 1100\ ml + 1200\ ml =$ **2300 ml**

Clave C

9. *El dióxido de carbono (CO_2) en la sangre se transporta bajo tres formas:*

- *En forma de ión bicarbonato (HCO_3^-), bajo esta forma se transporta el 70% del CO_2. El HCO_3^- resulta de la reacción del CO_2 con el H_2O de los eritrocitos, todo ello se produce en presencia de la enzima anhidrasa carbónica.*
- *Combinado con la hemoglobina, formando un compuesto llamado carbaminohemoglobina (Hb. CO_2). Bajo esta forma se transporta el 23% del CO_2.*
- *Disuelto en el plasma (7%)*

Clave C

10. *La respiración externa (hematosis) es el intercambio de O_2 y CO_2 entre el alveolo y los capilares sanguíneos pulmonares. Esto se realiza por diferencia de presiones. El O_2 difunde desde el alveolo al capilar pulmonar, debido a una diferencia de presiones parciales de O_2 (PO_2 alveolar = 105 mmHg, PO_2 capilar pulmonar = 40 mmHg). Del mismo modo, la PCO_2 en el alveolo es de 40 mmHg y en el capilar pulmonar es de 45 mmHg. Esta diferencia hace que el CO_2 difunda del capilar al alveolo pulmonar.*

Por otro lado, a la respiración interna se le llama también respiración tisular, y a través de este proceso la sangre oxigenada se transforma en sangre desoxigenada.

Clave E

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *Senos paranasales que desembocan en el meato medio.*

   A) Etmoidales y esfenoidal
   B) Frontal y maxilar superior
   C) Etmoidales y frontal
   D) Frontal y esfenoidal
   E) Esfenoidal y maxilar superior

2. *El espacio localizado entre las cuerdas vocales verdaderas se denomina*

   A) supraglotis.
   B) subglotis.
   C) glotis.
   G) ventrículo laríngeo.
   E) epiglotis.

3. *No corresponde al bronquio extrapulmonar derecho.*

   A) Es de menor longitud que el izquierdo.
   B) Es casi vertical.
   C) Es de mayor calibre que el izquierdo.
   D) Es casi horizontal.
   E) Se ramifica en tres bronquios lobares.

4. *El primer componente de la membrana alveolo-capilar que atraviesa el O_2 es*

   A) célula epitelial alveolar.
   B) sustancia surfactante.
   C) membrana basal alveolar.
   D) célula endotelial.
   E) líquido intersticial.

5. *¿Cuál de los siguientes es un músculo espiratorio?*

   A) Esternocleidomastoideo
   B) Intercostales externos
   C) Escalenos
   D) Intercostales internos
   E) Diafragma

6. *El volumen de aire corriente es aproximadamente*

   A) 150 ml.
   B) 500 ml.
   C) 1,000 ml.
   D) 1,200 ml.
   E) 3,000 ml.

7. *El volumen de aire que permanece en los pulmones luego de haber realizado una espiración forzada, se denomina volumen*

   A) residual.
   B) vaivén.
   C) de ventilación pulmonar.
   D) de reserva inspiratoria.
   E) de reserva espiratoria.

8. *La cantidad máxima de aire que puede eliminarse desde una inspiración máxima hasta una espiración máxima, se denomina*

A) capacidad pulmonar total
B) capacidad vital
C) volumen de aire residual
D) capacidad inspiratoria
E) capacidad funcional residual.

9. *El número de ciclos respiratorios que ocurren durante un minuto se denomina*

A) volumen minuto respiratorio.
B) ventilación alveolar.
C) frecuencia respiratoria.
D) volumen de aire corriente.
E) capacidad vital.

10. *¿Qué porcentaje de O_2 se une con la hemoglobina?*

A) 30% B) 50% C) 70%
D) 90% E) 97%

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	C	D	B	D	B	A	B	C	E

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *En relación a los dientes, señale la alternativa correcta.*

   A) *La dentina está rodeada en toda su extensión por el esmalte.*
   B) *El cemento es una estructura de fijación situada en la corona.*
   C) *Antes de la aparición de las muelas del juicio, los dientes permanentes son 28.*
   D) *Los dientes deciduos o de leche son 12 en cada maxilar.*
   E) *La pulpa dental es la zona indolora de los dientes.*

2. *Es la porción redondeada del estómago, situada por encima y a la izquierda del cardias.*

   A) *Antro pilórico*
   B) *Fondo*
   C) *Cuerpo*
   D) *Píloro*
   E) *Curvatura menor*

3. *Son proyecciones en forma de dedos que forman la membrana plasmática de las células de absorción del intestino delgado.*

   A) *Microvellosidades*
   B) *Vellosidades*
   C) *Pliegues circulares*
   D) *Criptas de Lieberkühn*
   E) *Glándulas de Brünner*

4. *Son funciones de la saliva, excepto:*

   A) *Destruye bacterias*
   B) *Digiere carbohidratos*
   C) *Disuelve los alimentos*
   D) *Digiere proteínas*
   E) *Evita la caries dental*

5. *Con respecto al intestino delgado, señale lo incorrecto.*

   A) *En ella se da los movimientos de segmentación y peristalsis.*
   B) *La segmentación se realiza en áreas que contienen alimentos*
   C) *El movimiento de segmentación permite la mezcla del quimo con los jugos digestivos.*
   D) *La peristalsis impulsa el quimo por el tubo digestivo.*
   E) *El peristaltismo y la segmentación son controlados voluntariamente.*

6. *Es función del péptido intestinal vasoactivo, excepto:*

   A) *Actuar sobre el páncreas.*
   B) *Aumentar el flujo sanguíneo vasointestinal.*
   C) *Secreción pancreática rica en H_2O y HCO_3^-.*
   D) *Inhibición de la secreción gástrica.*
   E) *Estimular a las glándulas de Brünner.*

7. *No es función de la bilis.*

   A) *Degradación enzimática del quimo.*
   B) *Emulsión de grasas.*
   C) *Hidrotópica (formación de micelas).*
   D) *Estimulante de la secreción biliar.*
   E) *Neutralizar la acidez del quimo.*

8. *Son enzimas del borde en cepillo, excepto:*

A) Maltasa
B) Sacarasa
C) Lactasa
D) Aminopeptidasa
E) Ribonucleasa

9. *Es una vitamina que se absorbe unida a un cofactor.*

A) B1 B) B6 C) B12
D) C E) E

10. *En relación a las heces, marcar lo falso:*

A) Contiene bacterias muertas.
B) Las 3/4 partes es material sólido.
C) Su color se debe a la estercobilina.
D) Su olor se debe a productos bacterianos.
E) El indol y escatol son productos odoríferos.

RESOLUCIÓN

1. *La dentición permanente consta de 32 dientes y aparecen a partir de los 6 años. Los 4 últimos dientes salen generalmente después de los 17 años, éstos son los terceros molares o también llamados "muelas del juicio".*

Clave C

2. *El estómago puede ser dividido en 3 porciones: fondo, cuerpo y antro pilórico. El fondo es una porción superior, de aspecto redondeado, situado hacia la izquierda y por encima del cardias. Esta porción no contiene alimentos.*

Clave B

3. *El borde apical (próximo a la luz intestinal) de las células de absorción presenta proyecciones digitiformes de su membrana plasmática denominada microvellosidades. Estas microvellosidades aumentan la superficie de absorción y, en conjunto, forman una superficie denominada "borde en cepillo".*

Clave A

4. *Las funciones de la saliva son: limpiar las piezas dentarias al destruir las bacterias a través de enzimas digestivas como la lizosima y iones como el tiocionato; digerir partículas alimentarias; secretar enzimas como la α-amilasa salival que realiza la digestión de carbohidratos (almidón); y humedecer la boca. La digestión de las proteínas se inicia en el estómago gracias a la enzima pepsina liberada por el estómago.*

Clave D

5. *La peristalsis implica movimientos intestinales con el fin de desplazar el quimo hacia regiones mas distantes. Por otro lado, la segmentación implica movimientos con el fin de mezclar los alimentos y no tiene como objetivo impulsar el quimo. Estos dos tipos de movimientos son controlados por el sistema nervioso autónomo, es decir, son involuntarios.*

Clave E

6. *El péptido intestinal vasoactivo es una hormona producida en el duodeno, cuyos órganos diana son los vasos sanguíneos esplácnicos, el páncreas a nivel de los conductos pancreáticos; el estómago a nivel de sus glándulas exocrinas y sus funciones son: aumento del flujo sanguíneo gastro-intestinal, secreción de jugo pancreático rico en agua y bicarbonato e inhibición de la secreción gástrica.*

Clave E

7. *La bilis a diferencia del resto de secreciones gastrointestinales, no tiene enzimas digestivas, por lo que no realiza ninguna función de degradación directa sobre el quimo, sino facilita la absorción de grasas. La bilis es producida en el hígado y almacenada en la vesícula biliar donde es concentrada. La secreción de bilis se produce por contracciones rítmicas de la vesícula biliar estimuladas por la colecistocinina.*

Clave A

8. *Las enzimas del borde en cepillo son aquellas que forman parte del jugo intestinal que, a su vez, es producido por las glándulas de Lieberkühn tales como la maltasa, lactasa, sacarasa, etc. Por otro lado, la ribonucleasa es una enzima secretada por el páncreas para la digestión del ARN.*

Clave E

9. *La vitamina B12 tiene una forma especial de absorción, previamente se une al factor intrínseco, secretado por las células parietales de la mucosa gástrica y es absorbida a nivel del íleon. Su función principal es la formación, producción y maduración (síntesis de ADN) de glóbulos rojos. El déficit de esta vitamina se debe generalmente a una producción insuficiente del factor intrínseco, esto lleva a un estado carencial denominado anemia perniciosa.*

Clave C

10. *Las heces son los residuos formados a nivel del intestino grueso, presenta los siguientes componentes: agua, bacterias muertas, pigmentos como la estercobilina y la urobilina, productos odoríferos como el indol y escatol. Las heces excretadas tienen menos de 100 ml de líquido y esto representa las 3/4 partes del total de las heces.*

Clave B

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *Con respecto a la digestión, indique el enunciado incorrecto.*

   A) *Es un proceso de desdoblamiento de alimentos en unidades absorbibles.*
   B) *Requiere la acción de enzimas digestivas.*
   C) *La digestión se inicia en la cavidad oral.*
   D) *El borde en cepillo del enterocito es rico en enzimas digestivas.*
   E) *La bilis es secretada por el hígado y protege a la mucosa gástrica de la acción del HCl secretado por las células parietales.*

2. *¿Cuál de las siguientes enzimas no es propia del jugo pancreático?*

   A) *Amilasa pancreática*
   B) *Lipasa*
   C) *Carboxipeptidasa*
   D) *Tripsina*
   E) *Maltasa*

3. *Con respecto a la amilopectina que constituye el 80 a 90% del almidón dietético, señale lo incorrecto.*

   A) *En la boca es atacada por la α-amilasa salival.*
   B) *Es de origen vegetal.*
   C) *El jugo gástrico potencia la acción de la α-amilasa salival.*
   D) *En el intestino delgado se suma la acción de la α-amilasa pancreática.*
   E) *Los productos finales de la digestión por parte de la α-amilasa son oligosacáridos.*

4. *Son funciones motoras del sistema digestivo, excepto:*

   A) *Fragmentar los alimentos.*
   B) *Transportar los alimentos.*
   C) *Conservar los alimentos.*
   D) *Mezclar continuamente los alimentos.*
   E) *Secretar enzimas hidroelectrolíticas.*

5. *Señale Ud. cuál no es un componente de la bilis.*

   A) *Acidos biliares*
   B) *Colesterol*
   C) *Fosfolípidos*
   D) *Bilirrubina*
   E) *HCl*

6. *Los gases producidos en el tracto gastrointestinal son originados por, excepto:*

   A) *Aire deglutido.*
   B) *Acción bacteriana intestinal.*
   C) *Gases difundidos a nivel sanguíneo.*
   D) *Por el nitrógeno en su mayoría.*
   E) *Nunca los gases se absorben a nivel intestinal.*

7. *Con respecto a la tripsina, marque lo incorrecto.*

A) *Es activada a partir del tripsinógeno, por la enterocinasa.*
B) *Es componente del jugo intestinal.*
C) *Son producidas por las células acinares pancreáticas.*
D) *Su sustrato es una proteína.*
E) *Sus productos son péptidos.*

8. *Marque lo verdadero con respecto a la pepsina.*

A) *Es una enzima inactiva.*
B) *El pepsinógeno se convierte en pepsina por acción del HCl.*
C) *Digiere lípidos.*
D) *Se sintetiza en las células parietales del estómago.*
E) *La pepsina se convierte en pepsinógeno por acción del HCl.*

9. *Son funciones de la colecistocinina, excepto:*

A) *Inhibe el vaciamiento gástrico.*
B) *Estimula la liberación de insulina.*
C) *Potencia los efectos de la secretina.*
D) *Causa eyección de bilis por la vesícula biliar.*
E) *Estimula la secreción de jugo pancreático rico en enzimas digestivas.*

10. *En relación a la amilasa pancreática, marque lo falso:*

A) *Es una enzima inactiva.*
B) *Es producida por las células acinares del páncreas.*
C) *Su sustrato son los almidones.*
D) *Sus productos son maltosa, maltotriosa y α - dextrinas.*
E) *Es la más importante enzima en la digestión de carbohidratos.*

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	E	C	E	E	E	B	B	B	A

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *¿Qué segmento de nefrón se ubica en la médula renal?*

   A) Corpúsculo renal
   B) Tubo contorneado proximal
   C) Tubo contorneado distal
   D) Asa de Henle
   E) Glomérulo renal

2. *Son componentes del aparato yuxtaglomerular, excepto:*

   A) Células de Polkissen
   B) Mácula densa
   C) Células yuxtaglomerulares
   D) Podocitos
   E) Todos lo forman

3. *Sobre la irrigación renal, indique la secuencia correcta.*

   A) A. interlobar - A. interlobulillar - Arteriola aferente.
   B) A. interlobar - A. arciforme - A. interlobulillar.
   C) A. arcuata - A. interlobar - A. interlobulillar.
   D) A. arciforme - A. arcuata - A. interlobulillar.
   E) A. renal - A. aferente - A. eferente.

4. *En relación a los uréteres, señale lo incorrecto.*

   A) Son retroperitoneales
   B) El izquierdo es de mayor longitud que el derecho.
   C) Presenta hasta 3 subcapas musculares
   D) Presentan peristaltismo
   E) Su epitelio es pseudoestratificado cilíndrico.

5. *Señale lo incorrecto, acerca de la uretra.*

   A) La uretra femenina sólo es vía urinaria.
   B) La uretra masculina mide 16 - 20 cm.
   C) La porción membranosa es la más corta.
   D) La porción peneana está localizada dentro del cuerpo cavernoso.
   E) La uretra masculina posee dos esfínteres.

6. *Sobre la filtración glomerular, señale lo incorrecto.*

   A) Se realiza entre el glomérulo renal y la cápsula de Bowman.
   B) Se obtiene el ultrafiltrado.
   C) No se filtran los elementos formes.
   D) En 24 horas se obtiene 125 mL de filtrado.
   E) Se filtra glucosa y aminoácidos

7. *Es una presión que favorece la filtración glomerular.*

   A) Presión hidrostática capsular.
   B) Presión oncótica
   C) Presión hidrostática glomerular
   D) Presión coloidosmótica
   E) Presión osmótica

8. *Sobre la reabsorción tubular, señale lo incorrecto:*

A) *Se reabsorbe el 99,3% de lo filtrado.*
B) *Se realiza sólo por transporte activo.*
C) *La reabsorción de Na^+ es regulado por la aldosterona.*
D) *La ADH reabsorbe agua a nivel del tubo colector.*
E) *Mayormente se realiza en el tubo contorneado proximal.*

9. *Los aminoácidos se reabsorben casi en un ..... a nivel de .....*

A) *50% - tubo contorneado distal.*
B) *80% - tubo contorneado distal.*
C) *100% - tubo colector.*
D) *80% - tubo contorneado proximal.*
E) *100% - tubo contorneado proximal.*

10. *Es un componente anormal de la orina:*

A) *Úrea*
B) *Ácido úrico*
C) K^+
D) *Proteínas*
E) *Creatinina*

RESOLUCIÓN

1. *De la pregunta, todos se ubican en la corteza renal, excepto el asa de Henle que se localiza en la médula renal. El asa de Henle es la continuación del tubo contorneado proximal y que en forma de "asa" penetra y sale de la médula renal para continuarse con el tubo contorneado distal. Se debe indicar que las nefronas corticales tienen asas más cortas, mientras que las yuxtamedulares tienen asas más largas.*

Clave D

2. *Los podocitos no son componentes del aparato yuxtaglomerular, más bien son componentes del corpúsculo renal, ya que forman parte del proceso de filtración glomerular en la hoja visceral de la cápsula de Bowman (membrana endotelio-capsular). Los podocitos se encuentran a lo largo de la pared del capilar y mediante sus múltiples pseudópodos permite la formación de unas hendiduras de 25-27 nm de anchura; por ello interviene activamente en el proceso de filtración.*

Clave D

3. *La secuencia correcta sobre la irrigación renal es la siguiente: arteria renal, arteria segmentaria, arteria interlobar, arteria arciforme (también llamada arcuata o arqueada), arteria interlobulillar, arteriola aferente, etc. En consecuencia, observando la pregunta y sus respectivas alternativas la respuesta es: arteria interlobar, arciforme e interlobulillar respectivamente.*

Clave B

4. *Según la pregunta, todo es cierto, excepto que los uréteres no presentan en su mucosa epitelio pseudoestratificado cilíndrico, mas bien el epitelio que presentan es polimorfo o de transición. Las ondas peristálticas son desarrolladas por la capa muscular y que aparecen de cuatro a seis ondas por minuto, propagándose desde la pelvis renal hasta la vejiga; ello permite que la orina, presente en la pelvis renal, llegue a la vejiga, ayudado también por la fuerza de gravedad. Se recuerda que el epitelio pseudoestratificado cilíndrico es propio de las vías respiratorias.*

Clave E

5. *Internamente, el pene se forma por dos cuerpos cavernosos (encargados de la erección del pene) y por un cuerpo esponjoso que rodea a la uretra. Por otra parte, la uretra masculina se divide en tres segmentos: prostática, membranosa y esponjosa. Esta última, justamente, corresponde a la uretra peneana, puesto que se haya rodeado por el cuerpo esponjoso, mas no por el cuerpo cavernoso.*

Clave E

6. *El volumen del filtrado glomerular corresponde a 125 ml/min, y que al día (24 horas) equivale a 180 L/día. Este filtrado glomerular contiene glucosa, aminoácidos, úrea, etc, pero no contiene elementos formes sanguíneos, proteínas, en condiciones normales. El filtrado glomerular que se da a través de la membrana basal (auténtico ultrafiltro), es impermeable a moléculas grandes como proteínas y elementos formes de la sangre.*

Clave D

7. *Dentro de las presiones que se involucran al filtrado glomerular, se tiene que la presión hidrostática glomerular es la que está a favor de la filtración, mientras que la presión hidrostática capsular y la presión oncótica (coloidosmótica) están en contra de la gradiente de filtración glomerular.*

Clave C

8. *La reabsorción tubular se realiza principalmente en el tubo contorneado proximal; y puede ser mediante dos mecanismos: transporte activo y transporte pasivo. Del filtrado glomerular el 0,7% es el que va a formar la orina, en consecuencia se reabsorbe el 99,3%. El sodio se reabsorbe por transporte activo, el cual se realiza en varios niveles, así en el tubo contorneado distal y tubos colectores se lleva a cabo mediante la acción de la aldosterona y también de la hormona antidiurética (ADH).*

Clave E

9. *El filtrado glomerular contiene, de forma normal, glucosa y aminoácidos, los cuales en el 100% se reabsorben en el tubo contorneado proximal, por lo que en condiciones normales estos nutrientes no se encuentran en la orina. Sin embargo, en condiciones anormales (patológicas) se pueden encontrar glucosa o proteínas en la orina, glucosuria o proteinuria, respectivamente. En el primer caso se puede encontrar, por ejemplo en la diabetes mellitus y el segundo caso en un daño renal conocido como síndrome nefrótico.*

Clave E

10. *Las proteínas no son componentes normales de la orina, es más, ni siquiera forman parte del filtrado glomerular (aunque realmente sí, pero en muy mínima concentración). En consecuencia, las proteínas, al igual que los elementos formes de la sangre, no logran atravesar la membrana endotelio-capsular (membrana basal) debido a que son moléculas grandes, entre las cuales se tiene a la albúmina, cuyo peso molecular aproximadamente es de 68 000 daltons.*

Clave D

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *Los riñones son órganos retroperitoneales que se localizan a nivel de las vértebras.*

   A) $L_1 - L_4$
   B) $D_{11} - L_4$
   C) $D_{12} - L_3$
   D) $D_{10} - L_3$
   E) $D_{12} - L_5$

2. *El triángulo de Lieutaud se encuentra localizado en el interior de:*

   A) la vejiga.
   B) la uretra.
   C) el uréter.
   D) la pelvis renal.
   E) los cálices.

3. *Son estructuras del riñón encargadas de sintetizar renina.*

   A) La mácula densa.
   B) Las células yuxtaglomerulares.
   C) El glomérulo renal.
   D) Las células de Polkissen.
   E) Los tubos de Bellini

4. *No es componente de la membrana endotelio capsular.*

   A) Las células mesangiales.
   B) Los podocitos.
   C) La hoja visceral de la cápsula de Bowman.
   D) La capa endotelial del capilar.
   E) La membrana basal.

5. *La presión efectiva de filtrado es la presión que permite el paso del plasma a través de la membrana endoteliocapsular, esta equivale a*

   A) 60 $mmHg$.
   B) 50 $mmHg$.
   C) 45 $mmHg$.
   D) 40 $mmHg$.
   E) 10 $mmHg$.

6. *Porcentaje de agua que se reabsorbe en el asa de Henle*

   A) 65%.
   B) 15%.
   C) 10%.
   D) 9,3%.
   E) 0,7%.

7. *Componente que en condiciones normales no se secreta a nivel de los túbulos renales.*

   A) H^+
   B) K^+
   C) Ácido úrico
   D) Creatinina
   E) Glucosa

8. *El aumento del volumen urinario recibe el nombre de*

A) anuria.
B) oliguria.
C) poliuria.
D) polaquiuria.
E) nicturia.

9. *Transforma la angiotensina I en angiotensina II.*

A) Renina
B) Angiotensinógeno
C) Enzima convertidora de angiotensina
D) Eritropoyetina
E) Aldosterona

10. *No es una función renal.*

A) Estimula la eritropoyesis.
B) Regular la presión arterial.
C) Regular el pH del organismo.
D) Formación de úrea.
E) Sintetiza eritropoyetina.

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	A	B	A	E	B	E	C	C	D

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *De las siguientes hormonas, cuál de ellas tiene naturaleza esteroidea.*

   A) Hormona del crecimiento
   B) Antidiurética
   C) Testosterona
   D) Insulina
   E) Tiroxina

2. *La hormona que se secreta durante el parto para favorecer las contracciones uterinas es*

   A) dopamina
   B) prolactina
   C) oxitocina
   D) tirotropina
   E) vasopresina

3. *Cuál de las siguientes hormonas adenohipofisiarias, en exceso, tiene efecto diabetógeno.*

   A) Glucagón
   B) ACTH
   C) Prolactina
   D) Hormona del crecimiento (GH)
   E) TSH

4. *Durante los primeros años de vida para el desarrollo cerebral es indispensable la acción de la(s) hormona(s)*

   A) antidiurética
   B) adrenalina
   C) T_3 y T_4
   D) Prolactina
   E) Oxitocina

5. *Las hormonas tiroideas favorecen la acción de las catecolaminas en el corazón, provocando*

   A) relajación cardíaca.
   B) bradicardia.
   C) taquicardia.
   D) isminución de la frecuencia cardíaca.
   E) disminución del gasto cardíaco.

6. *Para la formación de las hormonas tiroideas, el yodo se acopla a la molécula de*

   A) tiroxina.
   B) tetrayodotironina.
   C) triyodotironina.
   D) tiroglobulina.
   E) calcitonina.

7. *La disminución en la concentración de calcio (Ca^{2+}) plasmático produce un aumento en la secreción de la hormona*

   A) insulina.
   B) parathormona (PTH).
   C) calcitonina.
   D) aldosterona.
   E) cortisol.

8. *Hormona de la médula suprarrenal que se libera en estados de peligro.*

A) Cortisol
B) Glucagón
C) Aldosterona
D) Adrenalina
E) Antidiurética

9. *Las hormonas suprarrenales que regulan los niveles de electrolitos plasmáticos (Na^+, K^+) se denominan*

A) mineralocorticoides.
B) glucocorticoides.
C) andrógenos.
D) hipoglicemiantes.
E) catecolaminas.

10. *Hormona que se libera en estados de ayuno para elevar la glicemia.*

A) Oxitocina
B) Antidiurética
C) Parathormona
D) Insulina
E) Glucagón

RESOLUCIÓN

1. *En general, una hormona depende de su naturaleza química, la misma que puede ser aminoácidos, péptidos y proteínas, esteroides. Una hormona esteroidea se caracteriza por presentar un antecesor común, el colesterol, y las hormonas que incluyen son las hormonas suprarrenales, sexuales y metabolitos activos de la vitamina D. La testosterona es una hormona sexual androgénica, es decir, que produce una diferenciación sexual somática o genital en sentido masculino.*

Clave C

2. *De las dos hormonas que se almacenan y liberan de la neurohipófisis, la oxitocina tiene la propiedad de actuar sobre las células musculares uterinas (miometrio), activando y favoreciendo las contracciones uterinas durante el proceso de parto. Otra de las funciones de la oxitocina es la de permitir la eyección de leche en mujeres que dan de lactar.*

Clave C

3. *Un síntoma del exceso de la GH, es la hiperglicemia, es decir, la elevación de la concentración de glucosa en la sangre sobre valores normales. De ahí se dice que dicha hormona tiene un efecto diabetógeno (estado semejante a la diabetes), pero que con el tiempo puede instalarse o causar diabetes mellitus (actividad deficiente de insulina).*

Clave D

4. *Entre las funciones de las hormonas tiroideas (T3 y T4) se mencionan: la utilización adecuada de oxígeno (O_2), aumento del índice metabólico basal, mantenimiento del metabolismo celular, crecimiento y desarrollo de la persona, entre otros. Por lo tanto, en los primeros años de vida es de vital importancia un adecuado crecimiento y desarrollo corporal, desarrollo y maduración del sistema nervioso; de ahí la importancia de las hormonas tiroideas.*

Clave C

5. *Se sabe que las hormonas tiroideas aumentan la sensibilidad de la acción de las catecolaminas (noradrenalina y adrenalina) sobre el corazón, por lo que causan un aumento de la frecuencia cardíaca (taquicardia).*

Clave C

6. *Para la formación de las hormonas tiroideas, estimuladas por la TSH, es necesario que se lleve a cabo varios pasos. En efecto, existe un paso denominado yodación de la tirosina, el mismo que forma parte de las moléculas de tiroglobulina presente en el coloide, en este paso el yodo se acopla a la molécula de tiroglobulina.*

Clave D

7. *Los niveles plasmáticos de calcio (Ca^{++}) se mantienen por el equilibrio entre las hormonas calcitonina, hormona paratiroidea y calcitriol. En consecuencia, una disminución en la concentración de calcio plasmático (hipocalcemia), activará a la hormona contrarreguladora, parathormona o PTH, que tratará de aumentar los niveles de calcio plasmático.*

Clave B

8. *Bajo situaciones de estrés o de peligro se activan las hormonas suprarrenales, tanto de la corteza (glucocorticoides) como las hormonas de la médula. Así, bajo estas circunstancias la médula suprarrenal libera catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), que permiten ya sea un enfrentamiento al peligro o en su defecto, su huida.*

Clave D

9. *La corteza suprarrenal secreta hormonas según la zona histológica que presenta. Así, la zona glomerular secreta los mineralocorticoides, cuya función es controlar y mantener el equilibrio hidroelectrolítico, es decir, concentraciones de sodio (Na^+) y potasio (K^+). Como hormona representante de este grupo está la aldosterona que reabsorbe Na^+ en los túbulos renales.*

Clave A

10. *Existen dos hormonas pancreáticas para el control de la glicemia, estos son el glucagón e insulina, hiperglicemiante e hipoglicemiante respectivamente. En consecuencia, en estados de ayuno, con la finalidad de mantener una glicemia normal, se activará y liberará el glucagón que elevará los niveles de glucosa sanguínea.*

Clave E

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. La hormona hipotalámica que estimula la reabsorción de agua a nivel renal es

A) vasopresina.
B) oxitocina.
C) prolactina.
D) dopamina.
E) somatotropina.

2. La dopamina es producida en el hipotálamo e inhibe la secreción de

A) irotropina.
B) corticotropina.
C) prolactina.
D) antidiurética.
E) hormona foliculoestimulante.

3. De las siguientes hormonas, cuál no se produce en la adenohipófisis.

A) Tirotropina
B) Corticotropina
C) Prolactina
D) Dopamina
E) Somatotropina

4. La ingesta de alcohol, produce como consecuencia un aumento en la excreción de orina, ello es debido a la

A) activación de la ADH.
B) estimulación de la ADH.
C) hipersecreción de ADH.
D) ADH está dentro de valores normales.
E) inhibición de la secreción de ADH.

5. La producción de hormonas tiroideas es estimulada por la hormona

A) FSH.
B) LH.
C) TSH.
D) TRH.
E) ACTH.

6. El bocio es el aumento del tamaño de la glándula tiroidea por la hipersecreción de TSH, probablemente debido al (a la)

A) exceso en la ingesta de yodo.
B) hipersecreción de hormonas tiroideas
C) déficit en la ingesta de yodo y secreción normal de hormonas tiroideas.
D) hiposecreción de hormonas tiroideas.
E) secreción normal de T_3-T_4.

7. El producto activo de la vitamina D (1,25 dihidroxicolecalciferol) se produce en el riñón, y su síntesis es estimulada por la hormona

A) calcitonina.
B) tiroxina.
C) parathormona (PTH).
D) Cortisol.
E) prolactina.

8. *Las hormonas producidas en la corteza suprarrenal son derivadas de*

A) *el aminoácido tirosina.*
B) *el colesterol.*
C) *el grupo amino.*
D) *las catecolaminas.*
E) *la dopamina.*

9. *Cuál de las siguientes hormonas no eleva la glicemia.*

A) *Hormonas tiroideas*
B) *Catecolaminas*
C) *Insulina*
D) *Glucagón*
E) *Cortisol*

10. *La hormona que se secreta en respuesta a un aumento en la glicemia es*

A) *glucagón.*
B) *insulina.*
C) *cortisol.*
D) *calcitonina.*
E) *tiroxina.*

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	C	D	E	C	C	C	B	C	B

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *Uno de los siguientes componentes no está constituido fundamentalmente por somas neuronales.*

   A) Asta lateral
   B) Ganglio raquídeo
   C) Sustancia gris
   D) Cordón anterior
   E) Cortéza cerebral

2. *Un traumatismo vertebromedular, con sección completa de la médula espinal, trae como consecuencia lo siguiente, excepto:*

   A) Alteraciones motoras
   B) Alteraciones sensitivas
   C) Alteraciones cognitivas
   D) Bloqueo de vías ascendentes
   E) Parálisis

3. *Las fibras nerviosas implicadas en la decusación piramidal son*

   A) motoras ascendentes.
   B) sensitivas ascendentes.
   C) vegetativas cruzadas.
   D) motoras descendentes.
   E) sensitivas descendentes.

4. *Estructura del tronco encefálico encargada de regular el sueño y la vigilia.*

   A) Protuberancia anular
   B) Mesencéfalo
   C) Bulbo raquídeo
   D) Sustancia negra
   E) Sistema reticular activador

5. *Si María tiene dificultades para realizar secuencias de movimientos coordinados, la lesión es a nivel de*

   A) corteza cerebral.
   B) cerebelo.
   C) tronco encefálico.
   D) médula espinal.
   E) área de Wernicke.

6. *Juan presenta dificultad para articular o formar adecuadamente las palabras que quiere pronunciar; probablemente la lesión se localiza en área*

   A) auditiva.
   B) de Wernicke.
   C) de Broca.
   D) somatosensorial.
   E) de asociación auditiva.

7. *En una persona zurda el hemisferio cerebral que controla las habilidades numéricas, científicas y el razonamiento es*

   A) hemisferio derecho.
   B) hemisferio izquierdo.
   C) ambos ejercen igual control.
   D) ningún hemisferio interviene.
   E) hemisferio no dominante.

8. *Es considerado como la principal estación de relevo de los impulsos sensitivos que se dirigen hacia la corteza cerebral.*

A) *Núcleos basales*
B) *Tálamo*
C) *Sistema límbico*
D) *Cápsula interna*
E) *Hipotálamo*

9. *Carlos va a ser sometido a una intervención quirúrgica por apendicitis. El Anestesiólogo al aplicar la anestesia raquídea intentará llegar al espacio subaracnoideo. En este procedimiento la aguja atravezará las siguientes estructuras, con excepción de*

A) *ligamento supraespinoso.*
B) *duramadre.*
C) *piamadre.*
D) *aracnoides.*
E) *ligamento amarillo.*

10. *Si durante una intervención quirúrgica se produce una hiperestimulación del X par craneal (vago) se podría presentar*

A) *aumento de la frecuencia respiratoria.*
B) *incremento del latido cardiaco.*
C) *paro cardiorespiratorio.*
D) *hiperventilación compensatoria.*
E) *disminución de las secreciones.*

RESOLUCIÓN

1. *Las estructuras neuronales tienden a agruparse tanto en el SNC como en el SNP. La agrupación de axones recibe el nombre de sustancia blanca en el SNC y de nervio en el SNP. El conjunto de somas neuronales forman la sustancia gris en el SNC y ganglio en el SNP. Ejemplos de sustancia gris son: astas de la médula espinal, ganglio raquídeo, corteza cerebral, núcleos basales, etc. El cordón anterior es una agrupación de axones a nivel de la médula espinal.*

Clave D

2. *Un traumatismo vertebromedular puede producir sección completa de la médula espinal. Esta alteración traerá como consecuencia la parálisis de las zonas inervadas por el nervio raquídeo correspondiente al lugar de la lesión y de zonas inferiores. Otras manifestaciones son pérdida de la sensibilidad porque hay bloqueo de las vías ascendentes, disminución o desaparición de los reflejos, etc. No se presenta alteraciones cognitivas porque esta es función cerebral, la cual queda intacta si es que no se asocia un daño cerebral*

Clave C

3. *Cuando se va a emitir una respuesta motora, la corteza cerebral envía la orden a través de fibras motoras que van hacia abajo atravezando el bulbo. Estas fibras, que en el bulbo forman una porción engrosada llamada pirámide, se cruzan en su mayoría y forman la llamada decusación piramidal, motivo por el cual la corteza cerebral derecha controla el lado izquierdo del cuerpo y la corteza izquierda el lado derecho como estas fibras llevan información motora de la corteza cerebral hacia zonas inferiores son llamadas fibras motoras descendentes.*

Clave D

4. *La formación reticular está formada por áreas de sustancia gris que se extienden por todo el tronco encefálico y, parte de la médula espinal y diencéfalo. Una porción de ella encargada del mantenimiento de la conciencia y del despertar del sueño, recibe el nombre de sistema reticular activador este sistema regula el sueño y la vigilia.*

Clave E

5. *Una respuesta motora necesita de la participación del cerebro y núcleos basales para su realización. El cerebelo, por otro lado, constantemente está controlando estos movimientos y detecta las variaciones que sucedan; esta acción nos permite realizar movimientos finos coordinados y simultáneos. Una alteración cerebelosa conllevará a la falta de control de los movimientos coordinados.*

Clave B

6. *Determinados tipos de señales sensitivas, motoras y de integración son procesadas en regiones cerebrales concretas a las cuales se denominan áreas funcionales de la corteza cerebral. En general las áreas sensitivas reciben e interpretan los impulsos sensitivos, las áreas motoras controlan el movimiento muscular y las áreas de asociación llevan a cabo funciones integradoras más complejas. El área de Broca está especializada en la traducción de los pensamientos en lenguaje (articulación de la palabra) por ello se le ha denominado "área motora del lenguaje". Una lesión en el área de Broca impedirá articular adecuadamente la palabra que se quiere pronunciar.*

Clave C

7. *Se ha apreciado que los hemisferios cerebrales pueden ser considerados como hemisferio dominante (izquierdo para los diestros y derecho para los zurdos) y hemisferio no dominante (derecho para diestros e izquierdo para zurdos). El hemisferio dominante es más importante para el lenguaje hablado y escrito, para las habilidades numéricas y científicas, y para el razonamiento. El hemisferio no dominante tiene que ver con la capacidad musical y artística, percepción espacial, imaginación, etc.*

Clave A

8. *El tálamo es la principal estación de transmisión para los impulsos sensitivos que llegan a la corteza cerebral desde la médula espinal, el tronco encefálico, el cerebelo y otras partes del cerebro. La localización precisa de estas sensaciones depende de que los impulsos nerviosos sean enviados desde el tálamo hacia la corteza cerebral. Por lo tanto, es considerado la principal estación de relevo de impulsos sensitivos que se dirigen hacia la corteza cerebral.*

Clave B

9. *La inserción de una aguja en el espacio subaracnoideo se hace a nivel de L_3-L_4 o L_4-L_5 para no dañar la médula espinal. La aguja atraviesa las siguientes estructuras: piel, tejido celular subcutáneo, aparato ligamentoso (ligamento supraespinoso, ligamento interespinoso, ligamento amarillo), duramadre y aracnoides. No se logra atravesar la piamadre porque sino habría daño medular.*

Clave C

10. *El X par craneal o nervio vago es el principal nervio parasimpático, presenta vías aferentes a partir de receptores en las vías respiratorias y pulmones. Una hiperestimulación de este nervio durante una intervención quirúrgica puede iniciar impulsos vagales (reflejos vago-vagales) que inhiben la descarga inspiratoria y conducir a un paro cardiorespiratorio.*

Clave C

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *Uno de los siguientes enunciados es falso con respecto al arco reflejo.*

   A) *Siempre intervienen tres neuronas.*
   B) *Necesariamente debe haber sinapsis.*
   C) *Si carece de receptor no se inicia el impulso nervioso.*
   D) *Existen actos reflejos considerados monosinápticos.*
   E) *La neurona intercalar es parte del centro integrador.*

2. *Fascículo descendente procedente de la corteza que lleva impulsos nerviosos destinados a producir movimientos precisos y voluntarios de los músculos esqueléticos.*

   A) *Fascículo espinotalámico*
   B) *Fascículo espinocerebeloso*
   C) *Fascículo piramidal*
   D) *Fascículo extrapiramidal*
   E) *Fascículo vestibuloespinal*

3. *El hipotálamo contiene centros importantes de control del cuerpo. Uno de los siguientes centros no le corresponde.*

   A) *Centro de la sed*
   B) *Centro del apetito*
   C) *Centro de la saciedad*
   D) *Centro del vómito*
   E) *Centro regulador de la temperatura*

4. *Estructura nerviosa que interviene en los aspectos emocionales relacionados con la supervivencia. Es conocido también como "hemisferio emocional".*

   A) *Cuerpo calloso*
   B) *Tálamo*
   C) *Hipotálamo*
   D) *Cerebelo*
   E) *Sistema límbico*

5. *Capa meníngea que no posee vasos sanguíneos y que está en contacto con el líquido cefalorraquídeo.*

   A) *Duramadre*
   B) *Aracnoides*
   C) *Piamadre*
   D) *Ligamento dentado*
   E) *Espacio subaracnoideo*

6. *A nivel cervical tenemos 8 nervios cervicales y solamente 7 vértebras cervicales. Este hecho ocurre porque*

   A) *el 8° nervio cervical sale con el 1er nervio dorsal.*
   B) *los 2 primeros nervios salen juntos por la 1ª vértebra.*
   C) *el atlas posee 2 agujeros de conjunción*
   D) *el primer nervio cervical sale por encima del atlas*
   E) *el 8° nervio es inconstante y algunos no lo tienen.*

7. *Una de las siguientes alternativas no es resultado de la acción del sistema nervioso parasimpático.*

A) Epífora
B) Sialorrea
C) Bradicardia
D) Broncodilatación
E) Vasodilatación

8. *La narcolepsia o ataque irresistible de sueño podría tener como característica:*

A) Activación del SARA.
B) Inhibición del SARA.
C) Desinhibición cerebelosa.
D) Alteración de la vía piramidal.
E) Activación cortical.

9. *La presencia de movimientos involuntarios contorneantes o de tipo baile son expresión de lesión en*

A) corteza cerebral.
B) tálamo.
C) núcleos basales.
D) hipotálamo.
E) protuberancia.

10. *La afasia comprensiva o incapacidad para interpretar las palabras habladas o escritas, es resultado de la lesión de área*

A) de Broca.
B) de Wernicke.
C) premotora.
D) gnóstica.
E) motora del lenguaje.

twitter.com/calapenshko

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	C	D	E	B	D	D	B	C	B

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *Son receptores estimulados por sustancias químicas*

   A) viscerоceptores.
   B) nociceptores.
   C) quimiorreceptores.
   D) termorreceptores.
   E) mecanorreceptores.

2. *Son axones que perforan la lámina cribosa del hueso etmoides por ambos lados, los cuales forman el*

   A) I par craneal.
   B) II par craneal.
   C) IV par craneal.
   D) VII par craneal.
   E) VIII par craneal.

3. *Célula que no es componente de la yema gustativa.*

   A) Receptoras gustativas
   B) Neuroepiteliales
   C) Gustativas
   D) De sostén
   E) Escamosas estratificadas

4. *Papilas linguales mas abundantes y que no intervienen en la determinación de los sabores fundamentales.*

   A) Papilas caliciformes
   B) Papilas circunvaladas
   C) Papilas fungiformes
   D) Papilas filiformes
   E) Papilas foliadas

5. *El que un ojo sea de color "azul, marrón, verde, etc", a qué estructura del globo ocular se debe*

   A) la córnea.
   B) la esclerótica.
   C) el cuerpo ciliar.
   D) la pupila.
   E) el Iris.

6. *Es la zona de la retina de máxima agudeza visual.*

   A) Mácula
   B) Fóvea
   C) Capa fotorreceptora
   D) Capa de células ganglionares
   E) Capa de conos y bastones

7. *Son los responsables de transducir el estímulo luminoso en un impulso nervioso.*

   A) Capa fotorreceptora
   B) Capa de células bipolares
   C) Epitelio pigmentario
   D) Células ganglionares
   E) Capa plexiforme

8. *Una onda sonora que viaja en dirección al oído interno, a qué estructura llegaría primero.*

A) Ventana oval
B) Ventana redonda
C) Órgano de Corti
D) Estribo
E) Perilinfa

9. *El tímpano es una membrana transparente que limita*

A) el oído medio, del oído interno.
B) el oído externo, del oído medio.
C) el oído medio, de la trompa faringotimpánica.
D) la entrada al oído interno.
E) la entrada al oído externo.

10. *Estructura que no se relaciona con el equilibrio.*

A) Vestíbulo
B) Canales semicirculares
C) Conductos semicirculares
D) Utrículo - sáculo
E) Conducto coclear

RESOLUCIÓN

1. *Los sentidos del gusto y el olfato contienen receptores que son de tipo quimiorreceptores, los cuales se estimulan por sustancias químicas disueltas en el mucus de la nariz y en la saliva de la boca. Estas sustancias químicas por ejemplo pueden encontrarse en el alimento, el cual determina diversos sabores u olores que serán captados por los receptores de sus respectivos órganos sensoriales.*

Clave C

2. *Sobre la lámina cribosa del hueso etmoides se sitúan los dos bulbos olfatorios, los cuales reciben a los axones de las células de Schultze (célula olfatoria) de ambos lados de la mucosa olfatoria. El de un solo lado va a formar el nervio olfatorio, pero como estos nervios (axones) parten de cada célula olfatoria localizada en la mucosa olfatoria de ambas fosas nasales, forman un par de nervios olfatorios a los que se ha denominado el I par craneal (compuesto por dos nervios olfatorios). Los axones que forman el I par craneal atraviesan la lámina cribosa del hueso etmoides.*

Clave A

3. *Una yema gustativa llamada también botón gustativo contiene tres tipos de células epiteliales: receptoras del gusto (neuroepitelial), de sosten y las basales respectivamente. En consecuencia, las células o epitelio escamoso (estratificado) no son componentes del botón gustativo, porque es un tipo de tejido epitelial que recubre la cavidad bucal, cuya función principal de este epitelio es de revestimiento y cubierta.*

Clave E

4. *Entre las características de las papilas filiformes se indica:*
Tienen función exclusivamente mecánica puesto que contienen abundantes receptores para la sensación del contacto. Además carecen de botones gustativos, por lo que no intervienen en la sensación del gusto; ello implica que no intervienen en la determinación de los sabores dulce, ácido, salado y amargo (sabores fundamentales o primarios). Por otra parte son las papilas mas abundantes del dorso de la lengua, sin embargo, ocasionalmente se encuentran también en otras partes de la cavidad bucal como en la faringe.

Clave D

5. *El iris es un músculo que interviene en la regulación de la abertura pupilar, por lo que se comporta como el "diafragma del ojo", permitiendo la midriasis o miosis, según la actividad simpática o parasimpática respectivamente. Por otra parte, contiene a las células pigmentadas o melanocitos, los cuales son responsables del color de los ojos, así por ejemplo, la escasez de los melanocitos determinará un "color azul de los ojos".*

Clave E

6. *La mácula presenta un punto donde la visión es más nítida. Este punto corresponde a la fóvea, la cual es la zona con gran densidad de conos, por lo que proporciona una visión de color y agudeza visual máxima (nitidez de la visión) en condiciones de luz intensa. En toda la mácula (y por ende en la fóvea) no hay bastones que solo determinan una visión en blanco y negro con luz escasa o a la "luz de la luna". En consecuencia, la nitidez visual se debe a los conos, abundantes en la fóvea.*

Clave B

7. *Al incidir un rayo luminoso sobre la retina tiene que atravesar ocho capas (de las diez que tiene) antes de llegar a la capa fotosensible, conformada por los conos y bastones, encargados de transformar (transducir) el estímulo luminoso en un impulso nervioso. Por eso, una degeneración de estos fotorreceptores como sucede en personas de edad avanzada provoca una disminución de la nitidez visual (visión borrosa) debido a la degeneración principalmente de los conos.*

Clave A

8. *Una onda sonora tiene la siguiente secuencia: Pabellón auricular, conducto auditivo externo, tímpano, huesos del oído medio (martillo, yunque, estribo), ventana oval, perilinfa, deformación de las paredes de las rampas vestibular y timpánica, ventana redonda. Al deformarse las paredes de las rampas mencionadas, mueven la endolinfa, el mismo que mueve la membrana basilar con lo que finalmente vibra el órgano de Corti, quien generará los impulsos nerviosos.*

Clave D

9. *Anatómicamente, el oído se divide en tres segmentos bien definidos: oído externo, medio e interno respectivamente. El tímpano (membrana timpánica) divide o limita el oído externo (conducto auditivo externo) del medio. A veces, el tímpano se puede perforar (por explosiones, traumatismo, infección aguda del oído medio) ocasionando dolor agudo inicial, ruido en el oído afectado, alteración de la audición, mareos.*

Clave B

10. *El oído interno presenta dos funciones fundamentales, la audición y el equilibrio, para lo cual existe dos zonas bien delimitadas. En tal sentido el conducto coclear (del caracol) forma parte de la audición, mas no del equilibrio.*

El equilibrio se determina por el movimiento de la endolinfa dentro de los canales semicirculares (laberinto membranoso). Así, existe por ejemplo una enfermedad llamada, la enfermedad de Menière caracterizado por aumento de la endolinfa, el mismo que ocasiona vértigos giratorios, naúsea, vómito. Se puede sumar a todo esto, hipoacusia unilateral.

Clave E

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *Son receptores que detectan la posición y movimientos del cuerpo.*

   A) *Quimiorreceptores*
   B) *Barorreceptores*
   C) *Viscероceptores*
   D) *Propioceptores*
   E) *Nociceptores*

2. *No es un elemento del sistema sensorial.*

   A) *Transductor del sistema sensorial*
   B) *Receptor sensorial*
   C) *Vía nerviosa aferente*
   D) *Vía nerviosa eferente*
   E) *Neurona central*

3. *Las células olfatorias son neuronas de tipo..... y la vía aferente olfatoria termina en la corteza olfatoria, localizada en el lóbulo..... del cerebro.*

   A) *bipolar - temporal.*
   B) *monopolar - parietal.*
   C) *pseudomonopolar - occipital*
   D) *multipolar - frontal*
   E) *bipolar - parietal*

4. *Sobre los botones gustativos, no es cierto que*

   A) *poseen poros gustativos.*
   B) *se localizan en todas las papilas linguales.*
   C) *sus células sensoriales no son neuronas.*
   D) *requieren de la saliva para percibir los sabores.*
   E) *se llaman también yemas o corpúsculos gustativos.*

5. *Se considera el "diafragma del globo ocular", puesto que regula la entrada de luz hacia la retina.*

   A) *Córnea*
   B) *Pupila*
   C) *Cristalino*
   D) *Conjuntiva*
   E) *Iris*

6. *El punto ciego ....., y la fóvea .....*

   A) *es la zona de mayor agudeza visual - no forma imágenes.*
   B) *no contiene conos ni bastones - es la zona de mayor agudeza visual.*
   C) *corresponde a la papila óptica - es la zona de menor agudeza visual.*
   D) *es la emergencia del nervio óptico - es la entrada del nervio óptico.*
   E) *se encuentra en la coroides - se encuentra en la retina.*

7. *Permite enfocar las imágenes en la fóvea de la retina.*

   A) *Iris*
   B) *Coroides*
   C) *Pupila*
   D) *Córnea*
   E) *Cristalino*

8. *No es un medio refringente del globo ocular.*

A) *Iris*
B) *Córnea*
C) *Humor vítreo*
D) *Humor acuoso*
E) *Cristalino*

9. *Contienen los receptores del equilibrio estático y dinámico respectivamente*

A) *Órgano de Corti - Órgano del equilibrio.*
B) *Cóclea - Conducto coclear.*
C) *Vestíbulo - Cóclea.*
D) *Mácula - Cresta ampular.*
E) *Utrículo - Sáculo.*

10. *Con respecto al órgano de Corti, es cierto que*

A) *se encuentra en el oído medio.*
B) *contiene a los otolitos.*
C) *interviene en la conducción del sonido.*
D) *es el órgano del equilibrio.*
E) *es el órgano de la audición.*

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	D	A	B	E	B	E	A	D	E

PREGUNTAS RESUELTAS

1. *Hormona que estimula la ovulación y la formación del cuerpo amarillo.*

   A) FSH
   B) Prolactina
   C) LH
   D) Estrógenos
   E) Estradiol

2. *La amenorrea se puede definir como*

   A) cólico menstrual.
   B) número de días que dura la menstruación.
   C) ausencia del período menstrual.
   D) la primera menstruación.
   E) flujo menstrual abundante.

3. *El cuerpo lúteo o amarillo elabora principalmente*

   A) estrógenos.
   B) testosterona.
   C) dihidroepiandrostenediona.
   D) progesterona.
   E) FSH.

4. *Permite la aparición de caracteres sexuales secundarios en la mujer.*

   A) Progesterona
   B) Andrógenos
   C) Estrógenos
   D) Oxitocina
   E) LH

5. *Hormona que prepara al útero para la implantación del blastocisto.*

   A) Estrógenos
   B) Progesterona
   C) Estradiol
   D) LH
   E) Prolactina

6. *Los espermatozoides se vuelven móviles y fértiles a nivel de*

   A) túbulos rectos.
   B) túbulos seminíferos.
   C) conductos eferentes.
   D) vesículas seminales.
   E) epidídimo.

7. *Produce una secreción que neutraliza el pH ácido de la uretra y lubrica el glande del pene.*

   A) Testículos
   B) Próstata
   C) Glándula de Cowper
   D) Glándula de Littré
   E) Glándula de Bartholin

8. *Hormona que favorece el crecimiento del pene, laringe, aparición de la barba y vello.*

   A) FSH
   B) LH
   C) Inhibina
   D) Testosterona
   E) GnRH

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

9. *El movimiento del semen hacia la uretra se denomina*

A) *eyaculación*
B) *emisión*
C) *orgasmo*
D) *lubricación.*
E) *eyección.*

10. *La inhibina producida por los testículos actúa a nivel de*

A) *hipotálamo.*
B) *hipófisis.*
C) *testículo.*
D) *célula de Sertoli.*
E) *célula de Leydig.*

RESOLUCIÓN

1. *El ciclo ovárico está regulado por dos hormonas fundamentalmente: LH y FSH. La FSH estimula el desarrollo inicial de los folículos ováricos y la secreción de estrógenos por los folículos. La LH estimula el desarrollo inicial de los folículos ováricos, causa la ovulación y estimula la producción de estrógenos, progesterona, inhibina y relaxina por el cuerpo amarillo.*

Clave C

2. *La amenorrea es definida como la falta del período menstrual. Esta puede ser primaria si es que no ha aparecido nunca, y se denominará amenorrea secundaria si es que desaparece después de iniciarse el período. La causa más común de amenorrea es la existencia de quistes ováricos y la gestación. También puede deberse a estrés emocional, anemias severas y desequilibrio hormonal.*

Clave C

3. *Después de la ovulación, las células foliculares restantes cambian sus características y forman el cuerpo amarillo o cuerpo lúteo. La función de este cuerpo lúteo es producir progesterona que preparará el endometrio para recibir al huevo. Si es que hay embarazo continuará este cuerpo amarillo; pero si no hay embarazo este cuerpo amarillo involuciona y se convierte en cuerpo blanco.*

Clave D

4. *Los estrógenos son las hormonas que en la mujer permiten el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios tales como: desarrollo de las mamas, aparición de vellos axilares y pubianos, redistribución de la grasa a mamas y caderas, piel fina, voz delgada, ausencia de vello facial y torácico.*

Clave C

5. *La progesterona producida por el cuerpo amarillo es responsable de preparar el endometrio para recibir el óvulo fecundado. Las acciones preparatorias son el crecimiento y enrollamiento de las glándulas endometriales, que comienzan a secretar glucógeno, engrosamiento del endometrio y aumento de líquido tisular.*

Clave B

6. *El epidídimo es el lugar de maduración de los espermatozoides, su motilidad aumenta y adquieren la capacidad de fecundar durante un período de 10-14 días. Los espermatozoides pueden permanecer almacenados durante al menos 1 mes. Después son expulsados del epidídimo o degeneran y son reabsorbidos.*

Clave E

7. *Las glándulas bulbouretrales o de Cowper secretan una sustancia alcalina que protege a los espermatozoides al neutralizar el medio ácido de la uretra; también secreta moco, que lubrica la mucosa uretral y la porción terminal del pene durante el acto sexual.*

Clave C

8. *Durante la pubertad en el varón, la testosterona es responsable del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios tales como: crecimiento del músculo esquelético que origina hombros anchos y caderas estrechas, vello púbico, axilar, facial y torácico, engrosamiento de la piel, aumento de la secreción de glándulas sebáceas y voz grave.*

Clave D

9. *La emisión y la eyaculación constituyen la culminación del acto sexual masculino. La emisión es el movimiento del semen hacia la uretra, en cambio la eyaculación es la salida del semen fuera de la uretra en el momento del orgasmo.*

Clave B

10. *La inhibina es una hormona proteica secretada por las células sustentaculares o de Sertoli que tiene un efecto directo sobre la adenohipófisis inhibiendo la secreción de FSH. La FSH es la hormona que estimula la formación de espermatozoides y, por lo tanto, la inhibina controlaría esta producción.*

Clave B

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *Con respecto al ovario. Marque lo correcto.*

   A) *Pesa 60 - 70 g en la mujer adulta.*
   B) *Está cubierto por epitelio poliestratificado.*
   C) *Los folículos se encuentran en la médula.*
   D) *El folículo secundario es el folículo maduro.*
   E) *En la ovulación se libera un ovocito II.*

2. *Estructura femenina, homóloga de la próstata.*

   A) *Glándula de Bartholin*
   B) *Glándula de Skene*
   C) *Labios mayores*
   D) *Labios menores*
   E) *Clítoris*

3. *En relación al ciclo endometrial, marque lo incorrecto.*

   A) *La fase proliferativa depende de los estrógenos*
   B) *La fase secretora depende de la progesterona*
   C) *La secreción menstrual solo está constituida por sangre*
   D) *Se desprende sólo el endometrio funcional.*
   E) *Dura aproximadamente 28 días.*

4. *Que estructura no se encuentra en el clítoris.*

   A) *Glande*
   B) *Prepucio*
   C) *Frenillo*
   D) *Cuerpo esponjoso*
   E) *Cuerpo cavernoso*

5. *Sobre el útero, señala la relación incorrecta.*

   A) *Localización: hipogastrio*
   B) *Peso: 60 gr aproximadamente*
   C) *Miometrio: es estimulado por la oxitocina*
   D) *Endometrio: epitelio monoestratificado cilíndrico*
   E) *Cuello uterino: implantación*

6. *Con respecto a los testículos señale lo correcto.*

   A) *Son órganos extrabdominales.*
   B) *Cada uno pesa 20 gr.*
   C) *En el intersticio testicular se producen los espermatozoides.*
   D) *El cremaster los eleva durante la excitación.*
   E) *El no descenso se denomina criptorquidea.*

7. *En los túbulos seminíferos encontramos varios tipos de células, excepto:*

   A) *Espermatocito.*
   B) *Célula de Sertoli.*
   C) *Espermátide.*
   D) *Célula de Leydig.*
   E) *Espermatozoide.*

8. *Marque lo verdadero con respecto al pene.*

A) *La uretra está contenida en el cuerpo cavernoso.*
B) *El cuerpo esponjoso se localiza dorsalmente.*
C) *El glande es una dilatación del cuerpo cavernoso.*
D) *El prepucio recubre el glande*
E) *Produce semen*

9. *Se encarga de producir el esmegma:*

A) *Próstata*
B) *Glándulas de Tyson*
C) *Vesículas seminales*
D) *Glándulas de Cowper*
E) *Glándulas bulbouretrales*

10. *Marque lo incorrecto sobre la próstata.*

A) *Se encuentra debajo de la vejiga urinaria*
B) *Es un conjunto de 30 a 50 glándulas tubuloalveolares compuestas.*
C) *La secreción prostática contiene enzimas proteolíticas y fosfatasa ácida.*
D) *Forma los espermatozoides.*
E) *Es la glándula anexa mas grande.*

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	B	C	E	E	C	D	D	B	D

PREGUNTAS RESUELTAS

1. ¿En qué estadio se encuentra la célula espermatogénica cuando va a reducir su número de cromosomas durante la espermatogénesis?

A) Espermatogonia
B) Espermatocito primario
C) Espermatocito secundario
D) Espermátide
E) Espermatozoide

2. En la mujer, después del nacimiento, el gameto femenino permanece hasta la pubertad en estadio

A) célula germinal.
B) ovogonia.
C) ovocito primario.
D) ovocito secundario.
E) óvulo.

3. Acerca de la fecundación la alternativa incorrecta es

A) una de sus fases es la reacción de zona.
B) participan la hialuronidasa y la acrosina.
C) por lo general fecundan dos o tres espermatozoides.
D) se forman y fusionan los pronúcleos masculino y femenino.
E) ocurre generalmente en la ampolla de la trompa uterina.

4. Luego de la fecundación, las divisiones celulares del cigote van a formar al final del tercer día

A) la blástula.
B) el blastocisto.
C) la mórula.
D) el embrión.
E) el feto.

5. La implantación se produce gracias a la secreción de enzimas del

A) amnios.
B) citotrofoblasto.
C) sincitiotrofoblasto.
D) saco vitelino.
E) endometrio.

6. Son derivados del mesodermo embrionario.

A) Tejido epitelial y nervioso
B) Tejido nervioso y conectivo
C) Tejido muscular y conectivo
D) Tejido muscular y nervioso
E) Todo el tejido epitelial

7. La placenta se forma a partir de

A) corion embrionario y endometrio materno (decidua).
B) cordón umbilical y amnios (fetales).
C) endodermo y mesodermo embrionarios.
D) endometrio y miometrio del útero materno.
E) amnios embrionario y saco vitelino.

8. *No es característica de un feto de 20 semanas.*

A) *Está cubierto de lanugo.*
B) *Forma grasa parda.*
C) *La madre puede percibir sus movimientos.*
D) *Pesa alrededor de 350 g.*
E) *Si nace a esta edad probablemente sobrevive.*

9. *Si la fecundación ocurre el 13 de marzo, la fecha probable para el nacimiento del niño sería teóricamente*

A) *28 de noviembre.*
B) *04 de diciembre.*
C) *13 de diciembre.*
D) *19 de diciembre.*
E) *19 de noviembre.*

10. *Si una mujer gestante refirió que su última menstruación fue el 04/01/02, el nacimiento de su hijo debe ocurrir teóricamente en*

A) *última semana de setiembre (27 set.).*
B) *primera semana de noviembre (01 nov.).*
C) *última semana de octubre (30 oct.).*
D) *segunda semana de octubre (11 oct.).*
E) *primera semana de octubre (05 oct.).*

RESOLUCIÓN

1. *Durante la espermatogénesis las espermatogonias se dividen por mitosis originando a los espermatocitos primarios (46 cromosomas), estas células inician la primera fase de la división meiótica (meiosis I) como consecuencia de la cual se originan los espermatocitos secundarios, los cuales contienen la mitad del número de cromosomas (23). Los espermatocitos secundarios realizan la segunda fase de la división meiótica y forman las espermátides que luego darán lugar a los espermatozoides.*

Clave B

2. *En la etapa fetal las ovogonias al dividirse por mitosis se transforman en ovocitos primarios, los cuales inician la primera fase de la división meiótica. Luego del nacimiento todos los ovocitos primarios se hallan en la profase I y permanecen así hasta la pubertad, donde se reanuda y culmina la primera etapa de la meiosis originando al ovocito secundario.*

Clave C

3. *Una vez que un espermatozoide atraviesa la zona pelúcida y entra en contacto con la membrana del ovocito, se liberan sustancias que alteran la membrana celular y la zona pelúcida (reacción de zona) evitando el ingreso de otros espermatozoides, así un solo espermatozoide logra fecundar.*

Clave C

4. *Luego de la fecundación el cigote se divide por mitosis formando dos células. Cada célula "hija" se divide nuevamente por mitosis y así sucesivamente. Al tercer día existen de 12 a 16 células recibiendo el nombre de mórula.*

Clave C

5. *La mórula se transformará en blastocisto quien deberá implantarse en el endometrio del útero materno alrededor del 6to día. El blastocisto está formado por embrioblasto y trofoblasto; este último tendrá luego dos partes: el citotrofoblasto y el sincitiotrofoblasto; este último libera enzimas proteolíticas que erosionan el endometrio abriendo el camino al blastocisto.*

Clave C

6. *De las tres capas del disco germinativo van a originarse los tejidos, los cuales posteriormente que constituirán los órganos del cuerpo, así el tejido conectivo deriva del mesodermo, el tejido muscular también del mesodermo, el tejido nervioso se forma a partir del ectodermo y el tejido epitelial se origina de las tres capas.*

Clave C

7. *La placenta es la membrana de intercambio de sustancias entre madre e hijo, está formada fundamentalmente por el corion del embrión y la decidua constituida por endometrio del útero materno. A través de la placenta pasan generalmente nutrientes y oxígeno hacia el feto, en cambio el CO_2 y otros desechos fetales pasan hacia la madre quien se encargará de eliminarlos.*

Clave A

8. *Al final de la vigésima semana post-fecundación el feto pesa alrededor de 350 g, presenta la piel cubierta de un vello fino llamado lanugo. Si a esta edad ocurriese el parto el niño no sobreviviría porque su sistema nervioso central y el mismo sistema respiratorio no han madurado aún.*

Clave E

9. *Sabiendo la fecha probable de la fecundación se considera teóricamente que el parto ocurrirá 266 días (38 semanas) después. Así, si la fecundación fue el 13 de marzo:*

Marzo (restante) 18 días
Abril 30 días
Mayo 31 días
Junio 30 días
Julio 31 días } 262 días
Agosto 31 días
Setiembre 30 días
Octubre 31 días
Noviembre 30 días

→ *Parto: 04 de diciembre* } 4 días

Clave B

10. *Para calcular la fecha probable del parto también se puede sumar 280 días a la fecha de la última menstruación (FUM). De esta manera, en teoría, si FUM → 04 de Enero de 2002.*

Enero (restante) 27 días
febrero 28 días
Marzo 31 días
Abril 30 días
Mayo 31 días } 269 días
Junio 30 días
Julio 31 días
Agosto 31 días
Setiembre 30 días

→ *Parto: 11 de octubre del 2002*

Clave D

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. *En la espermatogénesis la secuencia correcta es*

   A) *Espermatogonia → Espermátide → Espermatocitos → Espermatozoides*
   B) *Espermátide → Espermatocitos → Espermatogonia → Espermatozoides*
   C) *Espermátide → Espermatogonia → Espermatocitos → Espermatozoides*
   D) *Espermatocitos → Espermatogonia → Espermátide → Espermatozoides*
   E) *Espermatogonia → Espermatocitos → Espermátide → Espermatozoides*

2. *Las enzimas del espermatozoide que favorecen la fecundación se localizan en*

   A) *núcleo.*
   B) *acrosoma.*
   C) *cuello.*
   D) *zona intermedia de la cola.*
   E) *zona principal de la cola.*

3. *Durante la ovulación ocurre la liberación del gameto femenino, ¿En qué estadio se encuentra?*

   A) *Óvulo*
   B) *Ovocito secundario*
   C) *Ovocito primario*
   D) *Ovogonia*
   E) *Cuerpo polar*

4. *La capacitación del espermatozoide que le permite estar apto para la fecundación principalmente ocurre en*

   A) *testículo.*
   B) *epidídimo.*
   C) *uretra masculina.*
   D) *conducto eyaculador.*
   E) *utero y trompas uterinas.*

5. *Al cuarto o quinto día después de la fecundación la masa de células del blastocisto presenta las siguientes porciones:*

   A) *Zona pelúcida y corona radiante*
   B) *Blastómeros y mórula*
   C) *Placenta y cordón umbilical*
   D) *Embrioblasto y trofoblasto*
   E) *Ectodermo, mesodermo y endodermo*

6. *Al final de la primera semana después de la fecundación ya se puede hablar de embarazo porque*

   A) *el blastocisto se ha implantado en el endometrio uterino.*
   B) *el espermatozoide ya ha fecundado al ovocito.*
   C) *el cigote se ha dividido varias veces*
   D) *la mórula ha sufrido mitosis*
   E) *recién se han fusionado los pronúcleos masculino y femenino.*

7. *¿En que lugar del sistema reproductor femenino sucede normalmente la implantación?*

A) *Ovario*
B) *Ampolla de la trompa uterina*
C) *Cuello del útero (cérvix)*
D) *Fondo del útero*
E) *Tercio externo de la trompa uterina*

8. *El disco embrionario trilaminar consta de:*

A) *Epiblasto e hipoblasto*
B) *Epiblasto, hipoblasto y blastocele*
C) *Embrioblasto, trofoblasto y blastocele*
D) *Ectodermo, mesodermo y endodermo*
E) *Trofoblasto, citotrofoblasto y sincitiotrofoblasto.*

9. *La secuencia cronológica correcta del desarrollo prenatal es*

A) *Fecundación → Embrión → Mórula → Blastocisto → Feto*
B) *Blastocisto → Mórula → Embrión → Fecundación → Feto*
C) *Feto → Fecundación → Mórula → Embrión → Blastocisto*
D) *Fecundación → Mórula → Blastocisto → Embrión → Feto*
E) *Fecundación → Blastocisto → Mórula → Embrión → Feto*

10. *El peso aproximado de un recién nacido a término (normal) es*

A) *2400 g*
B) *3300 g*
C) *4500 g*
D) *4800 g*
E) *5000 g*

CLAVES DE PREGUNTAS PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	B	B	E	D	A	D	D	D	B

A

ABDUCCIÓN: Acción y efecto de conducir hacia afuera o de separar una estructura de la línea media. Por ejemplo, llevar la pierna hacia afuera o separar los dedos.

ABORTO: Pérdida (espontáneo) o extracción (provocado) prematura del embrión o feto inviable; cualquier fallo producido en el proceso normal de desarrollo o maduración. Interrupción del embarazo antes de las 20 semanas.

ABSCESO: Acumulación localizada de pus causada por supuración en tejidos, órganos o cavidades confinadas.

ABSORCIÓN: Captación de líquidos por sólidos o de gases por sólidos o líquidos; captación de líquidos u otras sustancias por las células de la piel o de las membranas mucosas; paso de alimentos digeridos del tracto gastrointestinal a la sangre o la linfa.

ACETILCOLINA: Neurotransmisor liberado por muchas neuronas del sistema nervioso periférico y algunas neuronas del sistema nervioso central. Tiene un efecto excitador en las uniones neuromusculares y un efecto inhibidor en otras sinapsis.

ACIDOSIS: Trastorno que resulta de la acumulación de ácido o depleción de la reserva alcalina (contenido de bicarbonato) en la sangre y los tejidos corporales. Se caracteriza por aumento de iones hidrógeno y disminución del pH sanguíneo (<7,35).

ACOMODACIÓN: Cambios en la curvatura del cristalino para adaptar la visión a diferentes distancias.

ACROMEGALIA: Trastorno causado por la hipersecreción de hormona del crecimiento (GH) durante la edad adulta, caracterizado por engrosamiento de los huesos y crecimiento de otros tejidos.

ACTINA: Proteína de la miofibrilla, localizada en la banda I; actúa conjuntamente con partículas de miosina y es responsable de la contracción y relajación muscular.

ADRENALINA: Hormona secretada por la médula suprarrenal que produce acciones similares a las de la estimulación simpática. También denominada epinefrina.

ADUCCIÓN: Movilización hacia el plano medio del cuerpo o en los dedos hacia el eje de la extremidad.

AFASIA: Defecto o pérdida de la capacidad de expresarse por palabras, por escrito o por signos, o de comprender el lenguaje escrito o hablado, por lesión o enfermedad del cerebro.

AGLUTININA: Principio específico o anticuerpo presente en el suero capaz de causar el agrupamiento de bacterias, corpúsculos sanguíneos o partículas. También es denominada isoanticuerpo.

AGLUTINÓGENO: Antígeno determinado genéticamente localizado en la superficie de los eritrocitos; base de los sistemas de tipificación de los grupos sanguíneos ABO y Rh. También es llamado isoantígeno.

ALANTOIDES: Pequeña membrana vascularizada situada entre el corion y el amnios del feto y que actúa como lugar inicial de la formación de sangre.

ALBINISMO: Término utilizado para un número de alteraciones congénitas de los aminoácidos que produce ausencia total o parcial de pigmento en la piel (melanocitos) el pelo y los ojos.

ALBÚMINA: Proteína plasmática más abundante (60%) y pequeña; tiene como función regular la presión oncótica de la sangre evitando la pérdida de agua. Es sintetizada en el hígado.

ALCALOSIS: Estado patológico que resulta de la acumulación de bases o de pérdida de ácidos sin pérdida equivalente de bases en los líquidos corporales, y que se caracteriza por disminución de la concentración de iones hidrógeno (aumento de pH).

ALERGENO: Sustancia antigénica capaz de producir una respuesta de hipersensibilidad de tipo inmediato (alergia).

AMNIOS: Membrana fetal más interna; fino saco transparente que mantiene al feto suspendido en el líquido amniótico. También denominado "bolsa de las aguas".

ANAFILAXIS: Reacción de hipersensibilidad (alérgica) en la que anticuerpos Ig E atacan a mastocitos y basófilos, que en respuesta produce mediadores de anafilaxia (histamina, leucotrienos, cininas y prostaglandinas) que causan un aumento de la permeabilidad de los vasos sanguíneos, un aumento de la contracción del músculo liso y un aumento de la producción de moco.

ANDRÓGENO: Sustancia que produce o estimula características masculinas, como la hormona masculina testosterona.

ANEMIA: Trastorno de la sangre en el que el número de eritrocitos funcionales o su contenido de hemoglobina es inferior al normal. También se considera cuando el volumen de eritrocitos por 100 ml de sangre (hematócrito) está disminuido.

ANESTESIA: Pérdida parcial o total de la sensibilidad, generalmente definida respecto a la pérdida de la sensibilidad dolorosa; puede ser general o local.

ANGIOTENSINA: Cualquiera de las dos formas de una proteína asociada a la regulación de la presión arterial. La angiotensina I es sintetizada por la acción de la renina sobre el angiotensinógeno, y se transforma por la acción de una enzima plasmática en angiotensina II, que estimula la secreción de aldosterona por la corteza suprarrenal.

ANTICUERPO: Proteína producida por ciertas células del cuerpo en presencia de un antígeno específico; el anticuerpo se combina con ese antígeno para neutralizar, inhibir o destruirlo. También es denominado inmunoglobulina.

ANTÍGENO: Cualquier sustancia que cuando se introduce en los tejidos o en la sangre induce la formación de anticuerpos y que sólo reacciona con sus anticuerpos específicos.

ARCO REFLEJO: Vía de conducción más básica del sistema nervioso, que conecta a un receptor y un efector y que consta de un receptor, una neurona sensorial, un centro integrador en el SNC, una neurona motora y un efector.

ÁREA APNÉUSTICA: Porción del centro respiratorio situado en la protuberancia que envía impulsos nerviosos estimuladores al área inspiratoria que activan y prolongan la inspiración e inhiben la espiración.

ÁREA NEUMOTÁXICA: Porción del centro respiratorio de la protuberancia que envía constantemente impulsos nerviosos inhibidores al área inspiratoria que limitan la inspiración y facilitan la espiración.

ARRITMIA: Cualquier variación del ritmo normal del latido cardiaco; puede manifestarse por una anomalía de la frecuencia, de la regularidad, de la localización del origen del impulso o de la secuencia de activación.

ASPIRACIÓN: Inhalación de una sustancia extraña (agua, alimento) o cuerpo extraño en el árbol bronquial. Drenaje de alguna sustancia al interior o al exterior mediante succión.

ASTIGMATISMO: Irregularidad del cristalino o la córnea que provoca que la imagen se forme fuera del foco, originando una visión defectuosa.

ATELECTASIA: Estado colapsado o carente de aire de todo el pulmón o parte de él, que puede ser agudo o crónico. Aparece de manera congénita o como enfermedad adquirida.

ATEROESCLEROSIS: Proceso en el que se depositan sustancias grasas (colesterol y triglicéridos) en las paredes de las arterias de mediano y gran calibre en respuesta a ciertos estímulos (hipertensión, monóxido de carbono, colesterol de la dieta) Esto origina la formación de una placa ateroesclerótica que reduce el tamaño de la luz arterial.

ATROFIA: Debilitamiento o reducción del tamaño de una estructura (célula, tejido, órgano o parte) debido a fallo, anomalía nutricional o falta de uso.

AUTOINMUNIDAD: Trastorno caracterizado por una respuesta inmunitaria humoral o celular específica contra elementos tisulares del propio organismo.

B

BARORRECEPTOR: Célula nerviosa capaz de responder a variaciones en la presión de la sangre, del aire o de líquidos. También es denominado presorreceptor.

BILIRRUBINA: Pigmento rojo que constituye uno de los productos finales de la degradación de la hemoglobina en las células hepáticas y que se excreta como producto de desecho en la bilis.

BILIVERDINA: Pigmento verde que constituye uno de los primeros productos de la degradación de la hemoglobina en las células hepáticas y que se transforma en bilirrubina o se excreta como producto de desecho en la bilis.

BRONQUIECTASIA: Trastorno crónico en el que existe una pérdida de tejido normal y expansión de las vías aéreas pulmonares; se caracteriza por disnea, tos, expectoración de pus y aliento fétido.

BRONQUITIS: Inflamación de los bronquios caracterizada por hipertrofia e hiperplasia de las glándulas seromucosas y las células caliciformes que revisten los bronquios, lo que origina una tos productiva.

C

CALAMBRE: Contracción espasmódica de un músculo, especialmente de tipo tónico, generalmente dolorosa.

CALCIFICACIÓN: Depósito de sales minerales, principalmente hidroxiapatita, en una estructura formada por fibras colágenas en el que se endurece el tejido. También se denomina mineralización.

CÁLCULO: Piedra o masa insoluble de sales cristalizadas o de otros materiales, formada dentro del cuerpo, como en la vesícula biliar, el riñón o la vejiga urinaria.

CALMODULINA: Proteína intracelular que se une a iones de calcio y activa o inhibe enzimas, muchas de las cuales son proteincinasas, para provocar respuestas fisiológicas hormonales.

CÁNCER: Tumor maligno de origen epitelial que tiende a infiltrar y originar nuevos crecimientos o metástasis. También es denominado carcinoma.

CAPACITACIÓN: Conjunto de cambios funcionales que sufren los espermatozoides en el tracto reproductor femenino que les permiten fecundar un ovocito secundario.

CATARATA: Pérdida de la transparencia del cristalino, de su cápsula o de ambos, que debilita la visión causando ceguera.

CÉLULA DE KÜPFFER: Células voluminosas intensamente fagocitarias que revisten la pared de los sinusoides del hígado y forman parte del sistema reticulo endotelial.

CÉLULA DE SERTOLI: Célula de sostén de los túbulos seminíferos que produce la hormona inhibina y secreciones para suministrar nutrientes a los espermatozoides. También es llamada célula sustentacular.

CÉLULA INTERSTICIAL DE LEYDIG: Célula localizada en el tejido conjuntivo entre los túbulos seminíferos de un testículo que secreta testosterona. También es denominada endocrinocito intersticial.

CÉRVIX: Cuello. Término para designar a la porción anterior del cuello (parte que conecta la cabeza al tronco) o una parte angosta de cualquier órgano (por ejemplo el cuello uterino).

CIFOSIS: Convexidad anormalmente aumentada de la curvatura vertebral torácica cuando se mira de lado. Comúnmente conocido como "joroba".

CIRCULACIÓN PORTAL: Circulación de sangre desde los capilares de un órgano a través de los grandes vasos hacia los capilares de otro órgano antes de pasar por el corazón, en especial el paso de capilares del tubo gastrointestinal y bazo por los capilares del hígado antes de volver al corazón.

COÁGULO: Resultado final de una serie de reacciones bioquímicas que transforman el plasma líquido en una masa gelatinosa, específicamente, la conversión de fibrinógeno en una red de moléculas de fibrina polimerizada.

COLESTEROL: Lípido, esteroide más abundante en tejidos animales, precursor de ácidos biliares y hormonas esteroideas y constituyente clave de membranas celulares al cual da fluidez y flexibilidad. La mayor parte se sintetiza en el hígado y otros tejidos, pero cierta proporción se absorbe de la dieta. Puede acumularse anormalmente como en los cálculos biliares y en los ateromas.

COLITIS: Inflamación de la mucosa del colon y el recto en la que la absorción de agua y sales está reducida, produciendo heces acuosas o sanguinolentas y, en casos graves, deshidratación y depleción salina. Los espasmos de la capa muscular irritada producen calambres.

COMPLEMENTO: Grupo de al menos 20 proteínas normalmente inactivas presentes en el suero que forman un componente de resistencia e inmunidad no específica mediante el desarrollo de citólisis, inflamación y opsonización.

CONDUCCIÓN SALTATORIA: Propagación de un potencial de acción (impulso nervioso) a lo largo de las porciones expuestas de una fibra nerviosa mielínica. El potencial de acción aparece en nódulos de Ranvier (espacios entre la vaina de mielina) sucesivos y da la apariencia de que salta de un nodo a otro.

CORDÓN UMBILICAL: Estructura flexible que conecta el ombligo del embrión y feto con la placenta. Por él pasan dos arterias y la vena umbilical. En el neonato mide aproximadamente 50 cm de largo.

CORION: Membrana celular extraembrionaria más externa, desarrolla vellosidades unas dos semanas después de la fecundación, es vascularizada, origina la placenta y persiste hasta el nacimiento; cumple funciones protectoras y nutritivas.

CORTEZA CEREBRAL: Capa delgada (aproximadamente 3 mm) de sustancia gris que cubre la superficie de los hemisferios cerebrales. Es responsable de las funciones mentales superiores, el movimiento general, las funciones viscerales, la percepción y las reacciones conductuales, así como de la asociación e integración de estas funciones.

CRETINISMO. Trastorno crónico debido a la falta congénita de secreción tiroidea que se inicia en la lactancia tardía y se caracteriza por detención del desarrollo físico y mental, distrofia de los huesos y tejidos blandos y disminución del metabolismo basal.

CUERPO CAROTÍDEO: Receptor situado en el seno carotídeo o en su proximidad que responde a alteraciones de los niveles sanguíneos de oxígeno, dióxido de carbono y de iones de hidrógeno.

D

DERMATOMA: Área cutánea desarrollada a partir de un segmento de la médula espinal embrionaria que recibe la mayor parte de su inervación sensitiva de un nervio raquídeo.

DESPOLARIZACIÓN: Término utilizado en neurofisiología para describir la reducción de voltaje a través de una membrana celular; se expresa como movimiento hacia voltajes menos negativos (más positivos) en el lado interno de la membrana celular.

DIABETES INSÍPIDA: Trastorno causado por la hiposecreción de hormona antidiurética (ADH), caracterizado por la excreción de grandes cantidades de orina y sed.

DIABETES MELLITUS: Trastorno hereditario causado por la hiposecreción de insulina, caracterizado por hiperglucemia, aumento de la excreción urinaria, sed excesiva e ingesta excesiva de alimentos

DIAPEDESIS: Paso de leucocitos, a través de las paredes vasculares intactas, desde la sangre al espacio intersticial.

DIÁSTOLE: En el ciclo cardíaco, es la fase de relajación o dilatación del músculo cardíaco, en especial de los ventrículos; coincide con el intervalo entre el segundo y primer ruido cardíaco.

DIGESTIÓN: Degradación mecánica y química de los alimentos en moléculas simples que pueden ser absorbidas y utilizadas por las células del organismo.

DISPLASIA: Cambio del tamaño, forma y organización de las células, causado por una irritación o una inflamación crónica, puede regresar al estado normal si desaparece la causa de estrés o progresar a neoplasia.

DIURÉTICO: Sustancia química que inhibe la reabsorción de sodio, reduce la concentración de la hormona antidiurética (ADH) y aumenta el volumen urinario mediante la inhibición de la reabsorción facultativa de agua.

DIVERTÍCULO: Bolsa o saco circunscrito, de dimensiones variables, que existe en estado normal o se forma por herniación de la mucosa de revestimiento a través de un defecto en la túnica muscular de un órgano tubular.

DURAMADRE: Membrana externa de las meninges que recubre el cerebro y la médula espinal.

E

ECOGRAFÍA: Técnica de diagnóstico por imagen que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia (ultrasonidos) para producir una imagen denominada ecograma.

ECTODERMO: La más externa de las 3 capas germinales primarias del embrión. De ella se forma piel, uñas, esmalte de los dientes, pelo y glándulas de la piel, sistema nervioso, organo de los sentidos.

ELECTROCARDIOGRAMA: (EKG) Registro de los cambios eléctricos que acompañan al ciclo cardiaco y que pueden registrarse en la superficie del cuerpo; puede realizarse en reposo, en esfuerzo o de forma ambulatoria.

ELECTROENCEFALOGRAMA: Registro de los impulsos eléctricos del cerebro utilizado para diagnosticar ciertas enfermedades (como la epilepsia), obtener información sobre el sueño y la vigilia y confirmar la muerte cerebral.

ELECTROLITO: Cualquier sustancia que se separa en iones cuando se disuelve en agua y que tiene la capacidad de conducir la electricidad.

ELECTROMIOGRAFÍA: Evaluación de la actividad eléctrica del músculo en reposo y en contracción que permite descubrir las causas de la debilidad muscular, la parálisis, los temblores involuntarios y los niveles anormales de enzimas musculares; también se utiliza en los estudios de bioretroalimentación.

EMULSIFICACIÓN: Dispersión de glóbulos grandes en partículas más pequeñas distribuidas de forma uniforme. En el caso de las grasas, en el tubo digestivo, se realiza en presencia de bilis.

ENDODERMO: La más interna de las 3 capas germinales primarias del embrión en desarrollo que da origen al tracto gastrointestinal, a la vejiga urinaria, a la uretra y a las vías respiratorias.

ENDOMETRIO: Mucosa interna que reviste el útero, cuyo grosor y estructura varían de acuerdo a la fase del ciclo menstrual. Consta de un estrato basal y un estrato funcional; este último cae durante la menstruación.

ENDORFINA: Cualquiera de los 3 neuropéptidos del sistema nervioso central, que se unen a receptores opiáceos en el cerebro y tienen gran poder analgésico.

ENFERMEDAD DE ALZHEIMER: Trastorno neurológico discapacitante, caracterizado por la disfunción y la muerte de neuronas cerebrales específicas que causa una deficiencia intelectual generalizada, alteraciones de la personalidad y fluctuaciones en el estado de alerta.

ENFERMEDAD DE PARKINSON: Degeneración progresiva de los ganglios basales y la sustancia negra del cerebro que causa una disminución de la producción de dopamina, que produce temblor, enlentecimiento de los movimientos voluntarios y debilidad muscular.

ENFERMEDAD HEMOLÍTICA DEL RECIÉN NACIDO: Anemia hemolítica del recién nacido en la que los anticuerpos producidos por la madre causan la destrucción de los glóbulos rojos del lactante.

ENFISEMA: Acumulación patológica de aire en los tejidos u órganos; se aplica en especial a la afectación pulmonar de este tipo.

ENURESIS: Excreción involuntaria de orina a una edad en la que se debería poseer control sobre el esfínter; a menudo se emplea específicamente para la micción involuntaria durante el sueño.

EPILEPSIA: Trastorno neurológico caracterizado por alteraciones paroxísticas, pasajeras de la función cerebral, que puede manifestarse como un ataque pasajero, pérdida de conciencia, alteraciones motoras o perturbaciones psicológicas.

EPISTAXIS: Pérdida de sangre por la nariz debido a traumatismo, infección, alergia, neoplasia y trastornos de la coagulación. También es denominada hemorragia nasal.

ERITROPOYETINA: Hormona glucoproteica secretada principalmente por los riñones en el adulto y por el hígado en el feto, que actúa sobre las células madre de la médula ósea para estimular la producción de eritrocitos (eritropoyesis).

ESCOLIOSIS: Apreciable desviación lateral de la línea vertical de la columna vertebral que normalmente es recta.

ESCOTOMA: Área de disminución o pérdida de la visión dentro del campo visual, rodeada por un área de visión menos deprimida o normal.

ESPACIO MUERTO ANATÓMICO: Espacios de la nariz, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los bronquiolos que contienen 150 ml de volumen de aire corriente; el aire no llega a los alveolos para participar en el intercambio de gases.

ESPASMO: Contracción súbita, violenta e involuntaria de un músculo o grupo muscular, que se acompaña de dolor e interfiere con la función, produciendo movimientos involuntarios y distorción.

ESTEREOCILIOS: Grupos de microvellosidades inmóviles localizadas en la superficie de una célula; se encuentra en las células pilosas del oído interno y en las células epiteliales del epidídimo masculino

ESTRABISMO: Desviación de los ojos que el paciente no es capaz de corregir. Los ejes visuales de los dos ojos difieren de forma que no se fijan en el mismo objeto. Conocido también como bizquera.

ESTRÓGENO: Hormonas sexuales femeninas producidas por los ovarios, implicadas en el desarrollo y mantenimiento de las estructuras reproductoras femeninas y de las características sexuales secundarias, el equilibrio electrolítico y el anabolismo proteico.

EVERSIÓN. Movimiento de la planta del pie hacia afuera a nivel de la articulación del tobillo o de la válvula auriculoventricular hacia el interior de la aurícula durante la contracción ventricular.

EXCRECIÓN: Proceso de eliminación de productos de desecho de una célula, de un tejido o de todo el cuerpo.

EXUDADO: Sustancia como líquido, células o restos celulares, que ha escapado de los vasos sanguíneos y se ha depositado en los tejidos o en las superficies tisulares, generalmente como resultado de una inflamación.

F

FAGOCITOSIS: Proceso por el que las células (fagocitos), generalmente los glóbulos blancos, ingieren materia particulada; especialmente la ingestión y destrucción de microbios, desechos celulares, y otras sustancias extrañas.

FATIGA MUSCULAR: Incapacidad de un músculo de mantener su fuerza de contracción o tensión; puede estar relacionada con un aporte insuficiente de oxígeno, falta de glucógeno o una acumulación de ácido láctico.

FECUNDACIÓN: Penetración de un ovocito secundario por un espermatozoide que origina la fusión de los mismos y la unión posterior de los núcleos de ambas células.

FIBRINÓGENO: Factor I de la coagulación. Proteína plasmática de alto peso molecular que se transforma en fibrina por acción de la trombina y de esta manera facilita la formación del coágulo estable.

FILTRACIÓN GLOMERULAR: Primer paso en la formación de orina en el que se filtran las sustancias de la sangre en la membrana endoteliocapsular, entrando el filtrado en el túbulo contorneado proximal de la nefrona.

FOLÍCULO DE DE GRAAF: Folículo relativamente grande lleno de líquido que contiene un óvulo inmaduro y que está rodeado por tejidos circundantes que secretan estrógenos. También llamado folículo ovárico vesicular.

FOLÍCULO TIROIDEO: Saco esférico que forma el parénquima de la glándula tiroides y que consta de células foliculares que producen tiroxina (T_4) y triyodotironina (T_3) y células parafoliculares que producen calcitonina.

G

GAMETO: Célula reproductiva haploide masculina o femenina (espermatozoide u óvulo) cuya unión es necesaria en la reproducción sexual para iniciar el desarrollo de un nuevo individuo.

GANGLIOS BASALES: Conjuntos de cuerpos celulares, en número de dos, que forman parte de la sustancia gris central en cada hemisferio cerebral, constituidos por el núcleo caudado, el núcleo lenticular, el antemuro y el núcleo amigdalino.

GANGRENA: Muerte y putrefacción de una masa considerable de tejidos, causada habitualmente por la interrupción del aporte sanguíneo después de una invasión bacteriana (clostridium).

GASTO CARDÍACO: Volumen de sangre eyectado desde un ventrículo cardíaco (generalmente se determina el del ventrículo izquierdo) en un minuto; su valor es de unos 5,2 lts/min en condiciones de reposo normales.

GIGANTISMO: Trastorno causado por la hipersecreción de la hormona del crecimiento humana (hGH) durante la infancia que se caracteriza por un crecimiento excesivo de los huesos y del tamaño corporal.

GINECOMASTIA: Desarrollo excesivo de las glándulas mamarias masculinas, en algunos casos incluso hasta el estado funcional, con producción de leche, debido a una secreción importante de estrógenos por un tumor de la glándula suprarrenal.

GLAUCOMA: Grupo de enfermedades oculares caracterizadas por el aumento de la presión intraocular, que produce cambios patológicos en el disco óptico y defectos típicos en el campo de la visión con opacificación del cristalino.

GLUCOGÉNESIS: Proceso por el cual se combinan muchas moléculas de glucosa para formar una molécula denominada glucógeno.

GLUCÓGENO: Polímero de glucosa muy ramificado que contiene miles de subunidades; funciona como almacén compacto de moléculas de glucosa en el hígado y en las fibras (células) musculares.

GLUCOGENOLISIS: Desdoblamiento de glucógeno en glucosa mediante hidrólisis (como sucede en la digestión) o fosforólisis (como ocurre en la movilización del glucógeno como combustible).

GLUCÓLISIS: Conversión enzimática anaerobia de glucosa en los compuestos más sencillos lactato o piruvato, que origina almacenamiento de energía en forma de ATP, como ocurre en el músculo.

GLUCONEOGÉNESIS: Formación de glucosa a partir de moléculas que no son por sí mismas carbohidratos como por ejemplo aminoácidos, lactato y parte del glicerol de las grasas.

GLUCOSA: Azúcar de 6 carbonos $C_6 H_{12} C_6$; la fuente de energía más importante de todos los tipos celulares del cuerpo. Todas las células vivas conocidas pueden metabolizarla para producir ATP.

H

HEMATÓCRITO: (Hct) Porcentaje de la sangre constituido por los eritrocitos. Generalmente se calcula centrifugando una muestra sanguínea en un tubo graduado y leyendo posteriormente el volumen de eritrocitos y la sangre total.

HEMODIÁLISIS: Filtración de la sangre por medio de un dispositivo artificial, de forma que ciertas sustancias se extraen de la sangre debido a la diferencia de sus tasas de difusión a través de una membrana permeable selectiva mientras la sangre circula fuera del cuerpo.

HEMOFILIA: Trastorno sanguíneo hereditario en el que existe una producción deficiente de ciertos factores implicados en la coagulación sanguínea, causando una hemorragia excesiva en el interior de las articulaciones, en los tejidos profundos y en otros lugares.

HEMOGLOBINA: Sustancia presente en los eritrocitos, (glóbulos rojos) formada por una globina proteica y el pigmento rojo hem que contiene hierro y que constituye aproximadamente el 33% del volumen celular; participa en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono.

HEMÓLISIS: Ruptura de la membrana del glóbulo rojo que causa liberación de hemoglobina. La hemólisis puede ser causada por toxinas bacterianas, anticuerpos, fármacos, congelación, deshielo, soluciones hipotónicas o defectos en la membrana del eritrocito.

HEMOPTISIS: Expectoración de sangre o de un esputo teñido de sangre procedente de las vías respiratorias.

HEMOSTASIA: Detención de la hemorragia por las propiedades fisiológicas de vasoconstricción y coagulación o por métodos quirúrgicos.

HIPERMETROPÍA: Trastorno de la refracción en el que las imágenes se forman por detrás de la retina debido a un globo ocular demasiado pequeño, lo cual causa una visión defectuosa de los objetos cercanos; presbiopía.

HIRSUTISMO: Crecimiento excesivo de pelos en las mujeres y en los niños, con una distribución similar a la de los varones adultos, debido a la conversión del vello en pelos largos, en respuesta a niveles de andrógenos

HISTAMINA: Sustancia que se encuentra en muchas células, especialmente en los mastocitos, los basófilos y las plaquetas, que se libera cuando las células se lesionan; causa vasodilatación, aumenta la permeabilidad de vasos sanguíneos, broncoconstricción, aumento de la secreción gástrica y mediador de las reacciones de hipersensibilidad (alergia).

HOMEOSTASIS: Condición por la cual el medio interno del cuerpo permanece relativamente constante, dentro de límites fisiológicos.

I

ICTERICIA: Síndrome caracterizado por la acumulación de bilirrubina y depósito de pigmentos biliares en la piel, en las mucosas y en las esclerótica, con la cual el paciente adquiere una coloración amarilla.

IMPULSO NERVIOSO: Onda de despolarización y repolarización que se autopropaga a lo largo de la membrana plasmática de una neurona; también es denominado potencial de acción nervioso.

INFARTO DE MIOCARDIO: Necrosis extensa del tejido miocárdico del corazón debido a una interrupción en el aporte sanguíneo producida por obstrucción de la circulación de dicha área.

INFLAMACIÓN: Respuesta protectora localizada a una lesión tisular cuyo objetivo es destruir, diluir o aislar el agente infeccioso o el tejido lesionado; se caracteriza por rubor, dolor, calor, tumefacción y, en ocasiones, pérdida de la función.

INMUNIDAD: Calidad de inmune. Protección contra las enfermedades infecciosas, venenos, proteínas extrañas y patógenos invasores debido a una infección previa en que se adquirió resistencia.

INMUNOGLOBULINA: Anticuerpo sintetizado por células plasmáticas derivadas de los linfocitos B como respuesta a la presencia de un antígeno. Las inmunoglobulinas se clasifican en 5 tipos (Ig G, Ig A, Ig M, Ig D y Ig E) basándose principalmente en el componente proteico principal.

INSULINA: Hormona proteica segregada por las células beta de los islotes pancreáticos que reduce el nivel sanguíneo de glucosa y que sirve de indicador hormonal de la saciedad.

INTERFERONES: Tres tipos principales de proteínas (alfa, beta, gamma) producidas naturalmente por células huésped infectadas por virus que inducen en las células no infectadas la síntesis de proteínas antivirales que inhiben la replicación viral intracelular en las células huésped infectadas.

ISQUEMIA: Deficiencia de irrigación sanguínea de una zona, debido a constricción funcional u obstrucción de un vaso sanguíneo.

L

LEUCEMIA: Enfermedad maligna de los tejidos formadores de sangre, caracterizado por una producción incontrolada y una acumulación de leucocitos inmaduros (aguda), o una acumulación de leucocitos maduros que no son destruidos al final de su vida normal (crónico).

LINFA: Líquido transparente y ligeramente amarillo, de reacción alcalina, que se encuentra contenido en los vasos linfáticos y que fluye a través del sistema linfático hasta retornar a la sangre.

LINFOCITO B: Leucocito mononuclear responsable de la inmunidad humoral, precursora de las células plasmáticas que son las que originan anticuerpos.

LINFOCITO T: Linfocito que adquiere inmunocompetencia en el timo y que se diferencia en una de varios tipos de células efectoras que participan en la inmunidad celular.

LIPOGÉNESIS: Síntesis de lípidos por parte de los hepatocitos a partir de materiales alimenticios no grasos como glucosa o aminoácidos.

LIPOPROTEÍNA: Proteína que contiene lípidos. Es sintetizada en el hígado y se une al colesterol y triglicéridos haciéndolos hidrosolubles para su transporte por el sistema cardiovascular.

LÍQUIDO AMNIÓTICO: Líquido presente en la cavidad amniótica, el espacio comprendido entre el embrión (o feto) en desarrollo y el amnios; el líquido es producido inicialmente como un filtrado de la sangre materna y posteriormente de la orina fetal.

LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO: Líquido producido en los plexos coroideos y en las células ependimarias cerebrales. Circula en los ventrículos y en el espacio subaracnoideo alrededor del encéfalo y de la médula espinal.

LUXACIÓN: Desplazamiento de un hueso de una articulación con desgarramiento de ligamentos, tejidos y cápsulas articulares. También es denominada dislocación.

M

MASTOCITO: Célula presente en el tejido conjuntivo laxo a lo largo de los vasos sanguíneos. Produce histamina, un dilatador de los vasos sanguíneos durante la inflamación.

MELANINA: Pigmento amorfo oscuro, negro, marrón o amarillo presente en algunas partes del cuerpo como la piel, pelo, coroides del ojo, sustancia negra del cerebro y diversos tumores.

MENARQUIA: Establecimiento del inicio de la función menstrual. Primera menstruación en la mujer.

MENOPAUSIA: Cesación de la menstruación en la mujer. Suele ocurrir alrededor de los 45-50 años. Ultima menstruación en la mujer.

MENSTRUACIÓN: Secreción periódica de sangre, líquido tisular, moco y células epiteliales que suele tener una duración de 5 días; causada por una súbita reducción de los niveles de estrógenos y progesterona.

METABOLISMO: Suma de todas las reacciones bioquímicas que tienen lugar en el organismo, que incluyen las reacciones de síntesis (anabólicas) y las reacciones de degradación (catabólicas).

METÁSTASIS: Transferencia de una enfermedad o diseminación de un cáncer a los tejidos circundantes (local) o a otras localizaciones del cuerpo (a distancia).

MICELA: Agregado esférico de sales biliares que disuelve los ácidos grasos y los monoglicéridos con el fin de poder ser transportados a las células epiteliales del intestino delgado.

MIOGLOBINA: Complejo proteico conjugado capaz de combinarse con oxígeno y que contiene hierro, presente en el sarcoplasma de las fibras musculares; contribuye a la coloración rojiza del músculo.

MIOPÍA: Defecto de la visión en el que los objetos solo pueden verse bien cuando están muy cerca a los ojos. Esto ocurre por una excesiva longitud de los ojos que forma la imagen por delante de la retina.

MIXEDEMA: Trastorno caracterizado por una hinchazón seca de la piel, de tipo céreo, con depósitos anormales de glucosaminoglucanos en la piel (mucinosis) y en otros tejidos; va asociado al hipotiroidismo primario.

N

NECROSIS: Muerte de una célula o conjunto de células por una lesión o enfermedad.

NEUROGLÍA: Células del sistema nervioso especializadas en realizar las funciones del tejido conectivo, entre las principales glías tenemos: los astrocitos, oligodendrocitos, microglías, células ependimarias.

NEURONA: Cualquiera de las células conductoras del sistema nervioso. Una neurona típica consta de un cuerpo celular (soma) con ramificaciones (dendritas); y una ramificación larga (axón) que termina en ramitas más pequeñas (telodendrón).

NEUROPÉPTIDO: Cadena de 2-40 aminoácidos que se produce en el cerebro de forma natural, cuya acción principal es modular la respuesta de un neurotransmisor. Algunos ejemplos son las encefalina y endorfinas.

NEUROTRANSMISOR: Una de las diversas moléculas sintetizadas en las terminaciones nerviosas axónicas, que se libera al espacio sináptico en respuesta a un impulso nervioso y que afecta al potencial de membrana de la neurona postsináptica.

NORADRENALINA: Neurohormona liberada por nervios adrenérgicos del cerebro y por la médula suprarrenal y tiene acción simpática preparando al individuo frente a la hipotensión y el estrés.

NÚCLEO ROJO: Grupo de cuerpos celulares del mesencéfalo, que ocupan gran parte del techo del mesencéfalo y que envían fibras a los fascículos rubroreticular y rubroespinal. Controla los movimientos involuntarios.

A todo el público en general:

El Proyecto Modo Scan+100, nace de una idea del **Team Calapenshko**, el cual es difundir todo aquel texto inédito que no esté circulando en la red.

Nuestro Grupo Calapenshko hace el mejor esfuerzo para digitalizar este libro, y así usted estimado lector pueda obtener la mejor experiencia que toda persona desea al abrir un libro.

Este proyecto llega gracias a las **donaciones que se pudo obtener de 100 personas** comprometidas con el proyecto **MODO SCAN+100**.

Este libro no debe ser prostituito monetariamente, este libro no debe ser coleccionado, este libro debe ser destruido analíticamente, así que te invito a leerlo.

No pagues por este libro de **circulación gratuita**, búscalo en la red.

Atentamente, el **GRUPO CALAPENSHKO**

08 de agosto del 2020

O

OLIGODENDROCITO: Célula neuroglial en la que se apoyan las neuronas o células neurogliales y que produce la vaina de mielina que envuelve a las neuronas del sistema nervioso central.

ONDA CEREBRAL: Actividad eléctrica producida por las variaciones de los potenciales eléctricos en el cerebro y que son captados a través del electroencefalograma.

OPSONIZACIÓN: Actividad de algunos anticuerpos que aumenta la susceptibilidad de las bacterias y otras células extrañas a la fagocitosis.

OSMORRECEPTOR: Receptor del hipotálamo sensible a los cambios de la presión osmótica sanguínea y que sintetiza y libera la hormona antidiurética (ADH) en respuesta a una presión osmótica elevada (concentración baja de agua).

OSTEOCLASTO: Célula grande multinucleada (macrófagos óseos) que se desarrolla a partir de un monocito y que tiene actividad en la resorción, remoción y remodelación del hueso.

OSTEOMALACIA: Mineralización insuficiente y retrasada del hueso, es el equivalente del raquitismo en el adulto y acompaña a ese trastorno en los niños. Se produce por déficit de vitamina D.

OSTEOPOROSIS: Trastorno relacionado con la edad que se caracteriza por una disminución de la masa ósea y un aumento de la susceptibilidad a fracturas por descalcificación ósea causado por un descenso de los niveles de estrógeno.

OVULACIÓN: Ruptura de un folículo vesicular (folículo de De Graaf) que se asocia a la liberación del ovocito secundario a la cavidad pélvica cuando hay aumento de la hormona LH.

P

PARÁLISIS CEREBRAL: Conjunto de trastornos motores que causan incoordinación muscular y pérdida del control muscular causadas por lesión de áreas motoras del encéfalo (corteza cerebral, ganglios basales y cerebelo) durante la vida fetal, el nacimiento o la infancia.

PARO CARDÍACO: Cese de una contracción cardíaca eficaz en el que el corazón está completamente inmóvil o en fibrilación ventricular.

PEPSINA: Enzima proteolítica secretada por las células principales (cimógenas) del estómago como la forma inactiva pepsinógeno, que se transforma en la pepsina activa por la acción del ácido clorhídrico.

PERINEO: Suelo pélvico, es el espacio entre el ano y el escroto del varón, y entre el ano y la vulva de la mujer.

PERISTALTISMO: Movimiento vermiforme por el que el tubo digestivo u otros órganos tubulares provistos de músculos circulares y longitudinales impulsan su contenido.

PERITONEO: La mayor membrana serosa del cuerpo que reviste la cavidad abdominal y recubre vísceras. Su inflamación produce peritonitis.

pH: Símbolo de la medida de la concentración de iones hidrógenos en una solución. La escala del pH se extiende desde 0 - 14, en el que un valor 7 expresa neutralidad, valores menor que 7 expresan acidez progresiva y valores mayores de 7 expresan alcalinidad.

PIORREA: Secreción o flujo de pus, especialmente en los alveolos dentarios y en los tejidos de las encías.

PLACAS DE PEYER: Ganglios linfáticos agregados que son numerosas en la capa submucosa del Ileon. También reciben el nombre de amigdalas intestinales.

PLACENTA: Estructura especial a través de la cual tiene lugar el intercambio de sustancias entre las circulaciones materna y fetal.

PLASMA: Líquido extracelular contenido en los vasos sanguíneos en el que se encuentran las células sanguíneas como los hematíes, plaquetas y leucocitos.

PLASMAFÉRESIS: Procedimiento en el cual se extrae sangre del cuerpo, se separa de forma selectiva sus componentes, se elimina los componentes no deseables que causan la enfermedad y se devuelve al resto del cuerpo. Algunas sustancias eliminada son toxinas, sustancias metabólicas y anticuerpos.

PLEXO COROIDEO: Estructura vascular localizada en el techo de cada uno de los 4 ventrículos cerebrales. Se encargan de producir líquido cefalorraquídeo mediante sus células ependimarias.

POLICITEMIA: Trastorno caracterizado por un hematócrito por encima del nivel normal.

POLIOMIELITIS: Infección viral caracterizada por la fiebre, cefalea, rigidez del cuello y espalda, dolor muscular profundo, debilidad muscular y pérdida de ciertos reflejos somáticos. La forma grave de la enfermedad es la poliomielitis bulbar, la cual causa destrucción de las neuronas motoras de las astas anteriores de los nervios raquídeos, lo cual trae consigo la parálisis muscular.

PREECLAMPSIA: Síndrome caracterizado por la hipertensión súbita de la sangre, grandes cantidades de proteínas en la orina (proteinuria) y edema generalizado. Se relaciona a una reacción autoinmune o alérgica debido a la presencia del feto.

PRESIÓN ARTERIAL: Presión ejercida por la sangre contra las paredes de los vasos sanguíneos que tiende a dilatarlos, especialmente en las arterias. Está determinado por la resistencia que ofrecen los vasos sanguíneos (especialmente arteriolas) y el gasto cardiaco (producto de la frecuencia cardiaca y el volumen de eyección).

PROGESTERONA: Hormona sexual femenina producida por los ovarios que contribuye a preparar el endometrio para la implantación del óvulo fecundado.

PROLACTINA: Hormona secretada por la adenohipófisis que estimula la secreción de leche de las glándulas mamarias, es inhibida por una hormona hipotalámica llamada dopamina.

PROPIOCEPCIÓN: Recepción de información procedente de músculos, tendones y del laberinto óseo, que permite determinar los movimientos y la posición del cuerpo y de sus partes. También se le llama cinestesia.

PROSTAGLANDINAS: Lípido asociado a la membrana celular, compuesto de ácidos grasos de 20 carbonos con 5 átomos de carbono unidos formando un anillo de ciclopentano. Se libera en pequeñas cantidades y actúa como una hormona local.

PROTROMBINA: Proteína inactiva sintetizada en el hígado, que se libera en la sangre y se transforma en trombina activa, en el proceso de la coagulación sanguínea.

Q

QUERATINA: Proteína insoluble que forman los principales constituyentes de la epidermis, pelo, uñas y tejidos córneos, están incluidas las citoqueratinas del tejido epitelial y las queratinas duras derivadas del epitelio como pelos y uñas.

QUILOMICRÓN: Lipoproteína esférica que presenta una cubierta proteica y contiene triglicéridos, fosfolípidos y colesterol, y que se absorbe al conducto quilífero de una vellosidad.

QUIMIORECEPTOR: Receptor localizado fuera del SNC, en los cuerpos carotídeos y aórticos o en su proximidad, que detecta la presencia de sustancias químicas.

R

RAQUITISMO: Trastorno que afecta a los niños caracterizado por huesos blandos y deformados debido a un metabolismo cálcico insuficiente causado por un déficit de vitamina D.

REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR: Sustitución artificial de la acción cardiaca y pulmonar indicado para el paro cardiaco o la muerte repentina aparente, como consecuencia de un choque eléctrico, ahogamiento, paro respiratorio y otras causas. Los dos componentes son: ventilación artificial (boca a boca) y masaje cardíaco.

RECEPTOR: Célula especializada o terminación de una célula nerviosa modificada para responder a algunos estímulos sensoriales específicos como el tacto, presión, frío, luz, sonido y transformarla en un impulso nervioso mediante un potencial generador o receptor.

REGURGITACIÓN: Retorno de sólidos o líquidos desde el estómago a la boca, flujo retrógrado de sangre a través de válvulas cardiacas cerradas de forma incompleta.

RELAXINA: Hormona femenina producida por los ovarios que relaja la sínfisis púbica y que contribuye a la dilatación del cuello uterino para facilitar el nacimiento del niño.

RESONANCIA MAGNÉTICA: Procedimiento diagnóstico que se centra en los núcleos de los átomos de un elemento en un tejido, generalmente hidrógeno, para determinar si se comportan normalmente en presencia de una fuerza magnética externa. Se utiliza para indicar la actividad bioquímica de un tejido.

RESPIRACIÓN: Intercambio global de gases entre la atmósfera, la sangre y las células del cuerpo, consta de una ventilación pulmonar, respiración externa y respiración interna.

RETINA: Capa mas interna del globo ocular, localizada únicamente en la porción posterior del mismo, y que consta de tejido nervioso y una capa pigmentada formada por células epiteliales en contacto con la coroides.

REUMATISMO: Cualquier estado doloroso de las estructuras de sostén del cuerpo: Huesos, ligamentos, articulaciones, tendones, o músculos. El reumatismo que se limita a las articulaciones se llama artritis.

RÍGIDEZ CADAVÉRICA: Estado de contracción parcial de los músculos después de la muerte debido a la falta de ATP que causa que los puentes cruzados de filamentos gruesos permanezcan unidos a los filamentos finos, evitando así la relajación.

RODOPSINA: Fotopigmento de los bastones de la retina, que consta de una glucoproteína denominada opsina y un derivado de la vitamina A denominado retinal, que es sensible a los niveles bajos de iluminación. También es llamada púrpura visual.

S

SACO VITELINO: Membrana extraembrionaria que conecta con el intestino medio durante las primeras fases del desarrollo embrionario. En la tercera semana del desarrollo inicia la formación de la sangre (función hematopoyética)

SARCOMERA: Unidad contractil de una fibra muscular estriada que se extiende desde un disco Z al siguiente disco Z.

SEMEN: Fluido segregado en la eyaculación de un varón que consta de una mezcla de espermatozoides y secreciones de las vesículas seminales, próstata y glándulas de Cowper.

SENO CAROTÍDEO: Región dilatada de la arteria carótida interna, localizada inmediatamente por encima de la bifurcación de la carótida primitiva. Contiene receptores que controlan la presión arterial.

SEPTICEMIA: Presencia de toxinas o bacterias patógenas en la sangre, también se le denomina intoxicación sanguínea.

SHOCK: Fallo del sistema cardiovascular para la distribución de cantidades de oxígeno y nutrientes, suficientes para satisfacer las necesidades metabólicas del organismo, debido a un gasto cardiaco insuficiente.

SÍNCOPE: Desmayo, pérdida brusca, temporal, de la conciencia asociada a pérdida del tono postural y seguida de una recuperación espontánea. Es causada principalmente por una falta de irrigación sanguínea al cerebro.

SÍNDROME DE DOWN: Es un defecto hereditario causado por una copia extra del cromosoma 21. Los síntomas son: retraso mental, cráneo pequeño, achatado en dirección antero posterior, nariz corta y plana, dedos cortos y ancho espacio entre los dos primeros dedos de la mano y del pie. También se le denomina trisomía del par 21.

SÍNDROME DE INMUNODEFICIENCIA ADQUIRIDA (Sida): Trastorno caracterizado por una prueba positiva de anticuerpos - VIH y ciertas enfermedades indicadoras (sarcoma de Kaposi, neumonía por pneumocystis carinni, tuberculosis, etc). Existe un déficit de linfocitos T colaboradores y es causado por el virus denominado virus de la inmunodeficiencia (VIH).

SÍNDROME DEL INTESTINO IRRITABLE (SIR): Las personas que la padecen pueden reaccionar al estrés desarrollando síntomas como calambres y dolor abdominal, asociados a patrones alternantes de diarrea y estreñimiento. Puede aparecer cantidades excesivas de moco en las heces, meteorismo, náuseas y pérdida del apetito. También se le llama síndrome de colon irritable o colon espástico.

SISTEMA LÍMBICO: Porción del prosencéfalo, se le llama también cerebro visceral se relaciona con diversos aspectos de la emoción y el comportamiento. Incluye la circunvolución del cuerpo calloso, la circunvolución dentada, el cuerpo amigdalino, los núcleos septales, los cuerpos mamilares, los núcleos talámicos anteriores, los bulbos olfatorios y fascículos de axones mielínicos.

SISTEMA ACTIVADOR RETICULAR ASCENDENTE (SARA): Red de células nerviosas ramificadas que discurre por el centro del tronco encefálico. Cuando se activan estas células se origina un comportamiento de alerta o despertar generalizado.

SOMATOMEDINA: Proteína de pequeño peso molecular producida en el hígado en respuesta a la estimulación por la hormona del crecimiento. También se le llama factor de crecimiento insulinoide.

SOPLO CARDÍACO: Ruido anormal que consiste en un ruido de flujo que se oye en el ciclo cardíaco, pudiendo enmascarar los ruidos cardíacos normales.

SULFATO DE CONDROITINA: Es el material de la matriz amorfa que se encuentra bañando las células del tejido conjuntivo.

SUSTANCIA SURFACTANTE: Es una mezcla compleja de fosfolípidos y lipoproteínas producidas por las células alveolares tipo II (neumocito II) de los pulmones, su función es reducir la tensión superficial y evitar el colapso alveolar durante la respiración.

T

TESTOSTERONA: Es una hormona sexual masculina secretada por las células intersticiales de Leydig de un testículo maduro. Controla el crecimiento y el desarrollo de los órganos sexuales masculinos. Asimismo, proporciona las características sexuales secundarias del varón.

TETANIA: Trastorno nervioso causado por el hipoparatiroidismo caracterizado por contracciones musculares tónicas intermitentes o continuas de las extremidades.

TÉTANOS: Enfermedad causada por la toxina del Clostridium tetani, caracterizada por espasmos musculares tónicos y exageración de los reflejos, contracción intensa de los músculos masticadores (trismus) y arqueamiento de la espalda.

TIROGLOBULINA (TGB): Molécula glucoproteica de alto peso molecular sintetizada por las células foliculares de la glándula tiroides, en las que se combina yodo con tirosina para formar hormonas tiroideas.

TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA (TAC): Técnica radiológica que obtiene una imagen transversal de cualquier área del cuerpo. En ella el haz de rayos x es medido, registrado y procesado por un microordenador.

TRAQUEOTOMÍA: Consiste en realizar una abertura en la tráquea a través del cuello (por debajo del cartílago cricoides), con la introducción de un tubo que tiene como finalidad facilitar el paso del aire o la evacuación de secreciones.

TRAUMATISMO: Lesión, herida física o trastorno psíquico, causado por un agente o fuerza externa, como un golpe o shock emocional.

TRIGLICÉRIDO: Lípido compuesto formado por una molécula de glicerol y tres moléculas de ácidos graso constituye la fuente de energía del organismo más concentrada. Es el componente principal del tejido adiposo, compuesto por adipocitos especializados en el almacenamiento de triglicéridos.

TROMBINA: Enzima activa formada a partir de la protrombina que actúa transformando el fibrinógeno en fibrina.

TROMPA DE EUSTAQUIO: Conducto que comunica el oído medio con la nasofaringe también se le llama trompa auditiva.

TROMPA DE FALOPIO: Conducto que transporta los óvulos desde los ovarios al útero. También se le llama trompa uterina u oviducto. En el tercio externo de la trompa de Falopio se lleva a cabo la fecundación.

TUBÉRCULOS CUADRIGÉMINOS: Cuatro pequeñas elevaciones (dos superiores y dos inferiores) localizadas en la región dorsal del mesencéfalo relacionadas con las funciones visual y auditiva.

U

ÚLCERA PÉPTICA: Úlcera que se desarrolla en áreas del tracto gastrointestinal expuestas al ácido clorhídrico. Se dividen en úlceras gástricas si están localizadas en la curvatura gástrica menor y en úlceras duodenales si se encuentran en la primera porción del duodeno.

UREMIA: Acumulación de niveles tóxicos de úrea y otros productos de desechos nitrogenados en la sangre, se debe generalmente a una insuficiencia renal crónica. También se le llama azotemia. La persona que padece uremia presenta olor urémico del aliento, hipertensión arterial, edema y confusión mental.

URTICARIA: Trastorno de la piel que se caracteriza por placas elevadas rojizas que a menudo pican, puede estar causado por infecciones, traumatismos, medicamentos, estrés emocional o algunos alimentos. Se denomina angioedema a la respuesta fisiológica antes estos estímulos en la dermis profunda o en el tejido submucoso.

ÚTERO: Órgano muscular hueco de la mujer, donde tiene lugar la menstruación, la implantación, el desarrollo del feto y el parto. También se le llama matriz.

V

VAINA DE MIELINA: Revestimiento de varias capas de lípidos y proteínas en los axones, formado por glías denominadas oligodendrocitos (en el sistema nervioso central) y célula de Schwann (en el sistema nervioso periférico). La vaina de mielina favorece que el impulso nervioso viaje con mayor velocidad.

VARICOCELE: Vena torsionada, especialmente la acumulación de sangre en las venas del cordón espermático.

VENTILACIÓN PULMONAR: Consiste en la entrada (inspiración) y salida (espiración) del aire de la atmósfera y de los pulmones.

VERRUGA: Tumor generalmente benigno de células epiteliales cutáneas causadas por un virus. Suele desarrollarse en el dorso de las manos y los dedos.

VÍAS PIRAMIDALES: Conjunto de fibras nerviosas motoras originadas en el cerebro que descienden por la médula espinal hasta las células motoras de las astas anteriores ubicadas en la médula espinal.

VOLUMEN DE EYECCIÓN: Volumen de sangre expulsado por cada ventrículo en una sístole (contracción), su valor es aproximadamente 70 ml.

VOLUMEN TELEDIASTÓLICO: Volumen de sangre, de aproximadamente 120 ml, presente en el ventrículo al final de la diastole (relajación).

VOLUMEN TELESISTÓLICO: Volumen de sangre, de aproximadamente 50 ml, presente en el ventrículo al final de la sístole. (contracción).

X

XIFOIDE: Término que significa "con forma de espada" por ejemplo, la porción más inferior del esternón es el apéndice xifoides.

Z

ZONA FASCICULADA: Zona media de la corteza suprarrenal que consta de células dispuestas en cordones largos y rectos y que secretan hormonas llamadas glucocorticoides, por ejemplo el cortisol.

ZONA GLOMERULAR: Zona externa de la corteza suprarrenal, situada directamente bajo el tejido conjuntivo que la recubre, consta de células dispuestas en formaciones esféricas y que secretan hormonas llamadas mineralocorticoides.

ZONA PELÚCIDA: Capa glucoproteica gelatinosa interna a la corona radiada que rodea un ovocito secundario.

ZONA RETICULADA: Zona interna de la corteza suprarrenal, que consta de cordones de células ramificadas y que secreta hormonas sexuales principalmente andrógenos.

twitter.com/calapenshko

ASOCIACIÓN ADUNI.
2001 *Compendio Académico. Ciencias Naturales*. Vol I, II.

ASOCIACIÓN ADUNI.
2001 *Psicología. Una perspectiva científica.*

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
1995 *Anales de la Facultad de Medicina*. Vol. 56, Número 1.

ANDERSON, S; Cockayne, S.
1995 *Química clínica*. Primera edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana. México.

BARR, Murray; KIERNAN, John.
1994 *El Sistema nervioso humano: Un punto de vista anatómico*. Quinta Edición. Editorial Harla. México.

BERNARD, Jean; Levy, Jean y Varet, Bruno.
1985 *Manual de Hematología*. Tercera Edición. España.

BOURGES, H; Anzaldúa, A.
1999 *Química de los alimentos*. Tercera edición. Editorial Pearson Educación. México.

BUSTAMANTE, Jairo.
1994 *Neuroanatomía funcional*. Segunda edición, Editorial Celsus.

CAMPOS REY DE CASTRO, Jorge.
1991 *Histología*. Segunda Edición. Lima-Perú.

CÓRDOVA, A; MUÑOZ M; FERRER, R; VILLAVERDE, C.
1996 *Compendio de Fisiología para Ciencias de la Salud*. Primera Edición. Editorial Interamericana. Mc Graw-Hill. Madrid, España.

DE GROOT, Jack; CHUSID, Joseph.
1989 *Neuroanatomía correlativa*. Octava Edición. Editorial El Manual Moderno. México.

DEL CASTILLO MORY, Alfonso; EYZAGUIRRE EYZAGUIRRE, Arturo y Col.
1995 *Anatomía del Sistema Nervioso*. Primera Edición. Facultad de Medicina. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

DIAGNÓSTICO
2000 *Revista médica de la fundación Instituto Hipólito Unanue*. Vol. 39. Número 1. Enero-Febrero

DIAGNÓSTICO
2000 *Revista Médica de la fundación Instituto Hipólito Unanue*. Volumen 39. Número 2. Marzo-Abril

DIAGNÓSTICO
1997 *Revista Médica de la fundación Instituto Hipólito Unanue*. Vol 36. Número 6. Noviembre-Diciembre

DOUGLAS, M. y Col.
1997 *Diccionario Enciclopédico Ilustrado Dorland*. Vigésima octava edición, Vol. 1 y 2, Editorial Mc Graw Hill - Interamericana.

EL HOSPITAL
1999 Vol. 55, Número 4. Agosto - Setiembre

ENTRALGO, Laín
1978 *Historia de la Medicina*. Primera edición. Editorial Masson S.A. Barcelona, España.

Facultad de Medicina de la UNMSM
2000 *Fisiopatología Clínica*. Lima - Perú.

GANONG, William
1998 *Fisiología Médica*. Decimosexta edición. Editorial. El Manual Moderno S.A. de C.V. México D.F.

GARCÍA, Juan.
1981 *Consultor temático*. Primera Edición, Vol. 1 y 2. Editorial DANAE.

GARDNER - GRAY O'RAHILLY
1989 *Anatomía de Gardner*. Quinta Edición Editorial Interamericana. Mc Graw-Hill. México.

GARTNER, Lesli y HIATT, James
1997 *Histología*. Primera edición, Editorial Mc Graw Hill. Interamericana.

GUYTON, Arthur; Hall, Jhon
1996 *Tratado de Fisiología Médica*. Novena Edición. Editorial Interamericana. Mc Graw - Hill. Madrid. España.

HARRISON T. y otros
1998 *Principios de medicina interna*. Decimocuarta edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana. Madrid. España.

JUNQUEIRA L. y CARNEIRO, J.
1987 *Histología Básica*. Tercera Edición, Editorial Guanabara Koogam.

LANGMAN, Jan.
1985 *Embriología Médica*. Quinta Edición, Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina.

LATARJET, M y RUIZ, A.
1997 *Anatomía humana*. Tercera edición. Vol. 1, 2 y 3. Editorial Panamericana.

LIPPERT, Herbert.
1999 *Anatomía*. Cuarta edición. Editorial Marban.

MC CRACKEN, Thomas
1999 *Nuevo atlas del cuerpo humano*. Primera edición, Tomo 1 y 2. Editorial Visor.

MURRAY, R. GRANNER, D; Mayes P.
1993 *Bioquímica de Harper*. Decimotercera edición. Editorial el Manual moderno S.A. de C.V. México

PANSKY, Ben.
1996 *Anatomía humana*. Sexta Edición Editorial Mc Graw Hill - Interamericana.

PATIENT CARE
1999 *La Revista para actualización médica de las Américas*. Vol. I, Número 4. Junio

RESTREPO, Alberto.
1994 *Hematología*. Cuarta Edición. Corporación para investigaciones biológicas. Medellín. Colombia.

ESSALUD
2000 *Revista informativa editada por ESSALUD*. Año 02. Número 12. Mayo

ROBINS; STANLEY; y otros.
1995 *Patología Estructural y Funcional*. Quinta edición. Editorial Mc Graw-Hill. Interamericana. Madrid, España.

ROITT, I; BROSTOFF, J.; MALE, D.
1997 *Inmunología*. Cuarta Edición. Editorial Harcourt Brace de España S.A. Madrid, España.

ROJAS MONTOYA, William.
1995 *Inmunología*. Décima Edición. Corporación para investigaciones biológicas. Medellín. Colombia.

ROSS, M; Romrell, L; KAYE, G.

1997 — *Histología. Texto y Atlas Color.* Tercera Edición. Editorial Médica Panamericana S.A. Madrid, España.

RUIZ, Manuel.

1996 *Bioquímica estructural.* Editorial Alfaomega grupo editor. México.

TARDIEU, C y PHILLIPS, J.

1986 *Enciclopedia de las ciencias naturales.* Vol. 12 editorial Nauta.

TESTUT, L. y LATARJET, A.

1983 *Compendio de Anatomía descriptiva.* Vigésimo segunda edición. Editorial Salvat.

TORTORA, Gerard; Reynolds, Sandra.

1996 *Principios de Anatomía y Fisiología.* Séptima edición. Editorial Mosby Dayma Libros S.A. Madrid, España.

VELÁSQUEZ GARCÍA, Jorge.

1996 *Fisiología de la Sangre y del Sistema Inmunológico.*

twitter.com/calapenshko

Anatomia y Fisiologia humana, es sin dudas, un libro fundamental tanto para el conocimiento y análisis del cuerpo humano, como para el proceso de enseñanza-aprendizaje. La sintética historia de la Anatomía proporciona una visión panorámica del desarrollo de esta disciplina en el proceso social de la humanidad. Toma como punto de partida los niveles de organización estructural de nuestro organismo, la terminología básica de la anatomía descriptiva y el concepto nuclear de homeostasis. de ahí continúa con Histología, los tejidos humanos epitelial, conectivo, muscular y nervioso; el sistema osteo-muscular; la sangre, sus componentes, hematopoyesis, hemostasia y los grupos sanguíneos; los sistemas cardiovascular, linfático e inmunitario, respiratorio, digestivo, urinario, endocrino, nervioso y sensorial, para posteriormente finalizar con el análisis de la estructura y funcionamiento del sistema reproductor y el desarrollo embrionario.

En suma, dado que este texto desarrolla los tópicos esenciales de la Anatomia y fisiologia humanas, resulta imprescindible para las instituciones educativas, los miles de docentes de ciencias naturales y educando de todo el pais

CALA PENSHKO

ISBN 978-603-4001-98-5

9 786034 001985